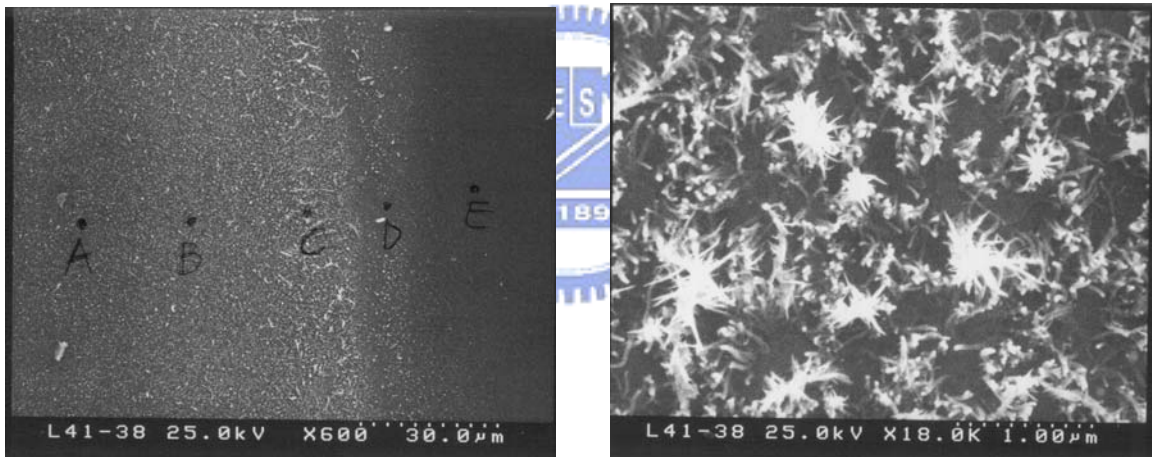


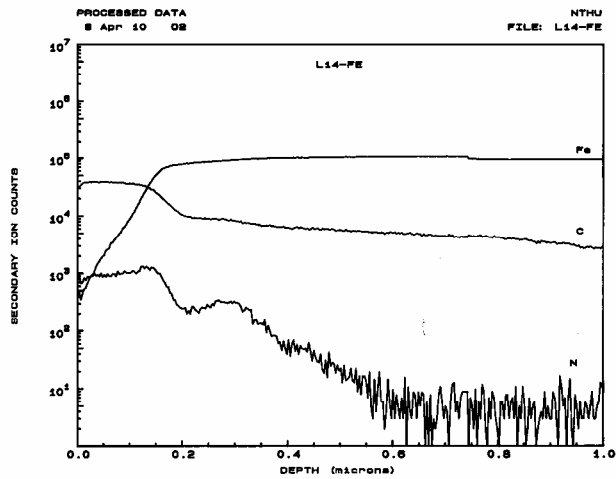
(a)



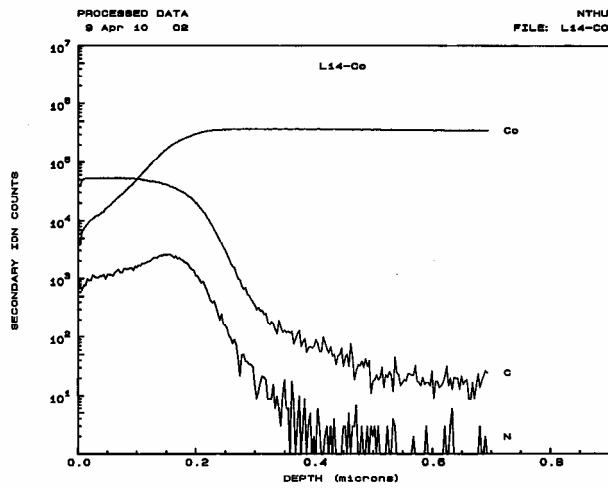
(b)

(c)

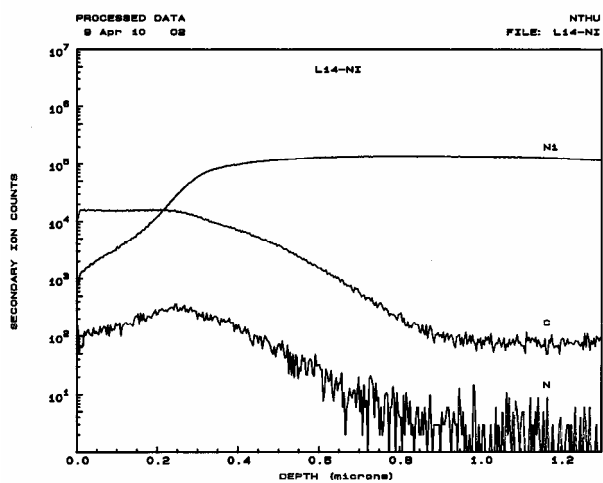
圖 4.12 600°C 基材溫度下,以鐵觸媒初成長之奈米結構 SEM 形貌：(a)觸媒聚集狀, (b)邊緣觸媒膜厚不均勻處成長之外觀, (c)為(b)圖 c 區之放大圖 (試片編號分別為 F7 和 F6)



(a)



(b)

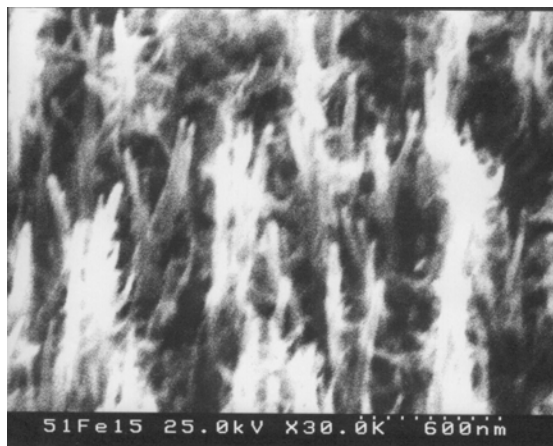


(c)

圖 4.13 以不同觸媒材料薄片為基材,初成長 CNTs 後在基材界面之 SIMS 分析結果：(a)鐵, (b)鈷 和(c)鎳薄片基材



(a)



(b)



(c)

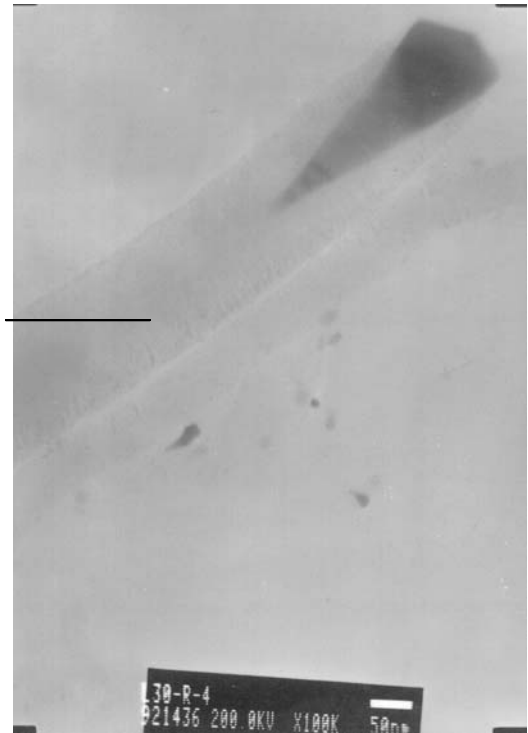
圖 4.14 在 650°C 溫度且不同鐵觸媒之厚度下,初成長 CNTs 之 SEM 形貌比

較：(a) 10, (b) 15 和(c) 20 nm 厚度

(試片編號分別為 G14, H14 和 I14)



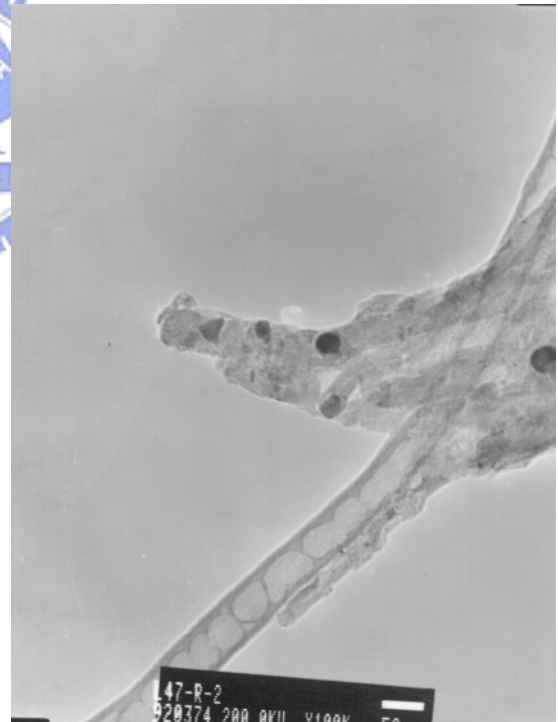
(a) 鈷觸媒



(b) 鎳觸媒

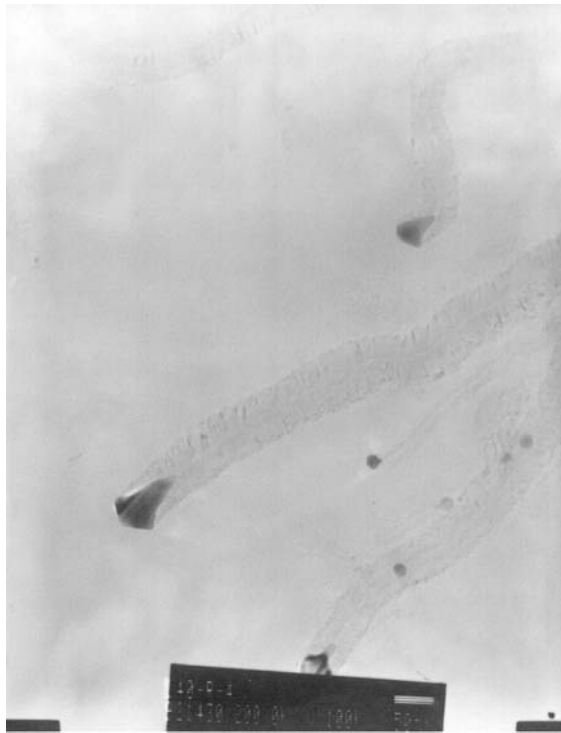


(c) 鎳觸媒

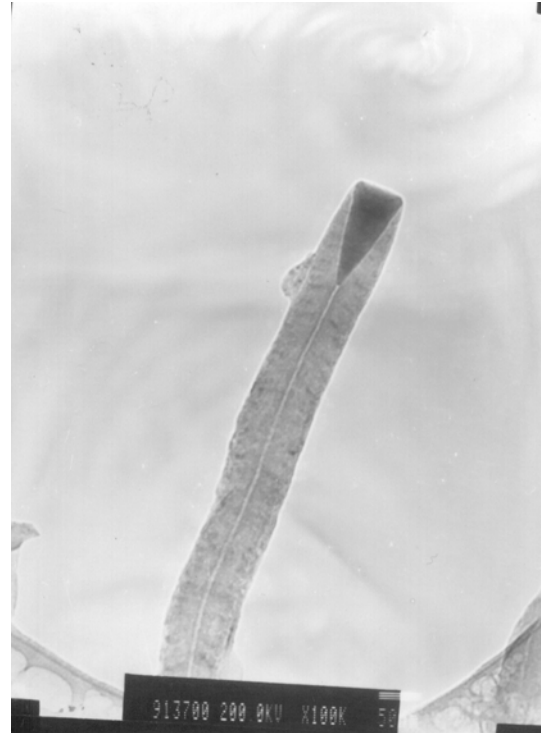


(d) 鎳觸媒

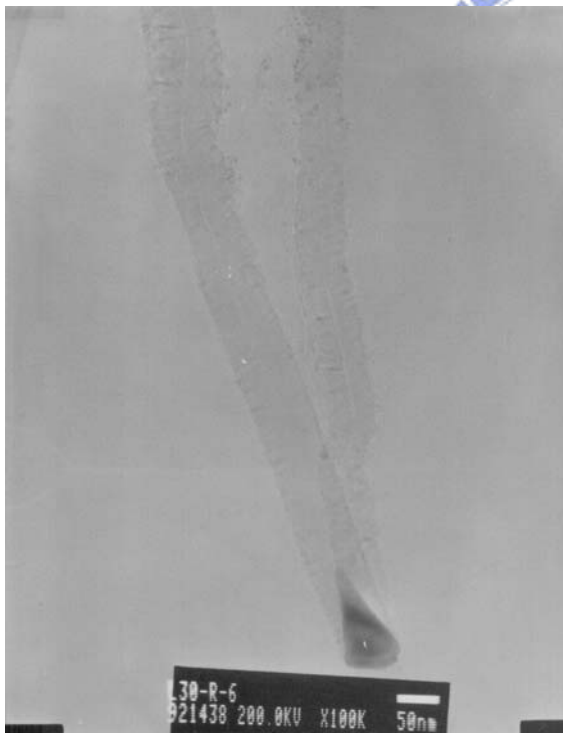
圖 4.15 不同碳源和觸媒條件下,初成長之 CNTs TEM 結構圖
 (a) $\text{CH}_4/\text{H}_2=20/2$, (b) $\text{CH}_4/\text{NH}_3=20/2$, (c) 和 (d) $\text{C}_2\text{H}_2/\text{H}_2=5/15$
 sccm/sccm (試片編號分別為 B6, A11 和 A2)



(a)



(b)



(c)

圖 4.16 以鎳觸媒在相同比例(20/2 sccm/ sccm)不同載入氣體初成長之 CNTs TEM 結構圖(a) CH_4/H_2 , (b) CH_4/CO_2 和(c) CH_4/NH_3 (試片編號分別為 A5, A8 和 A11)

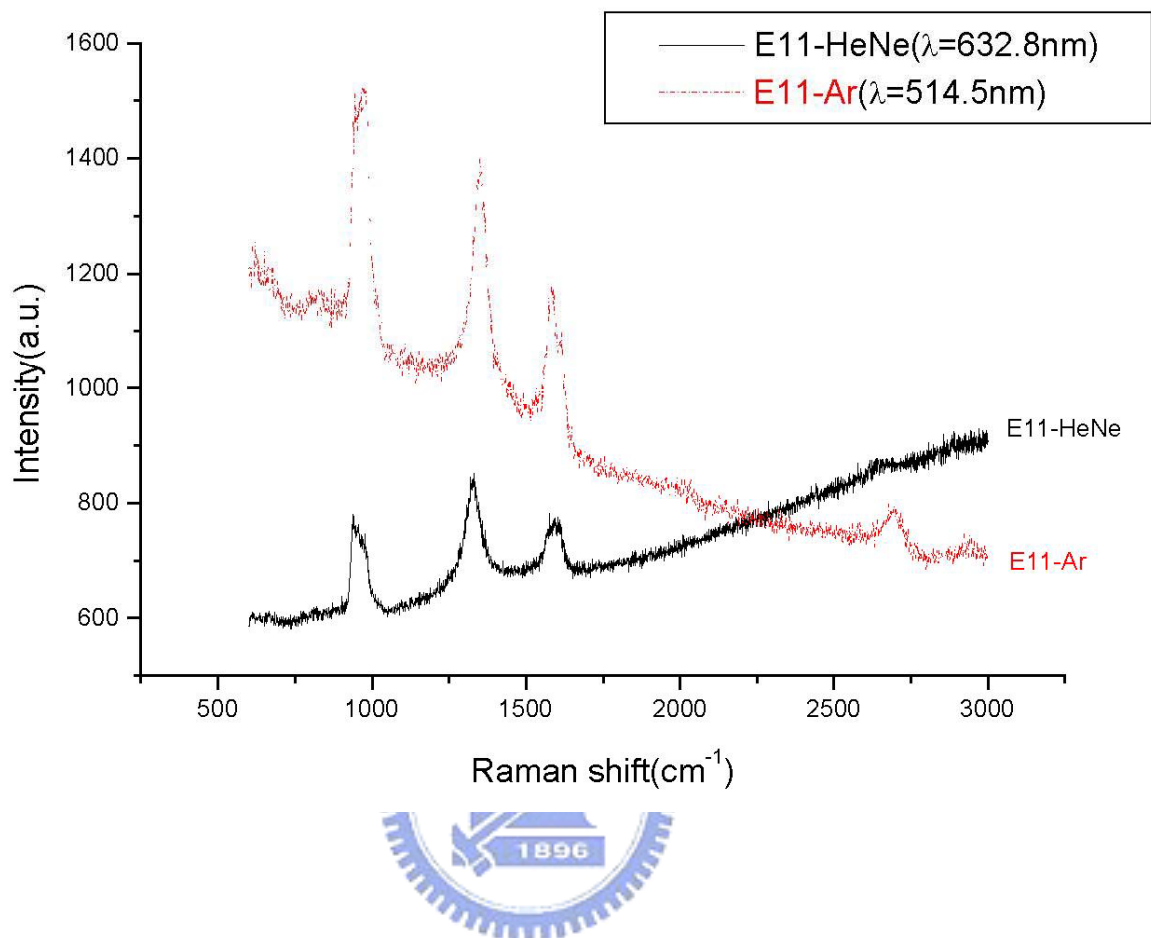
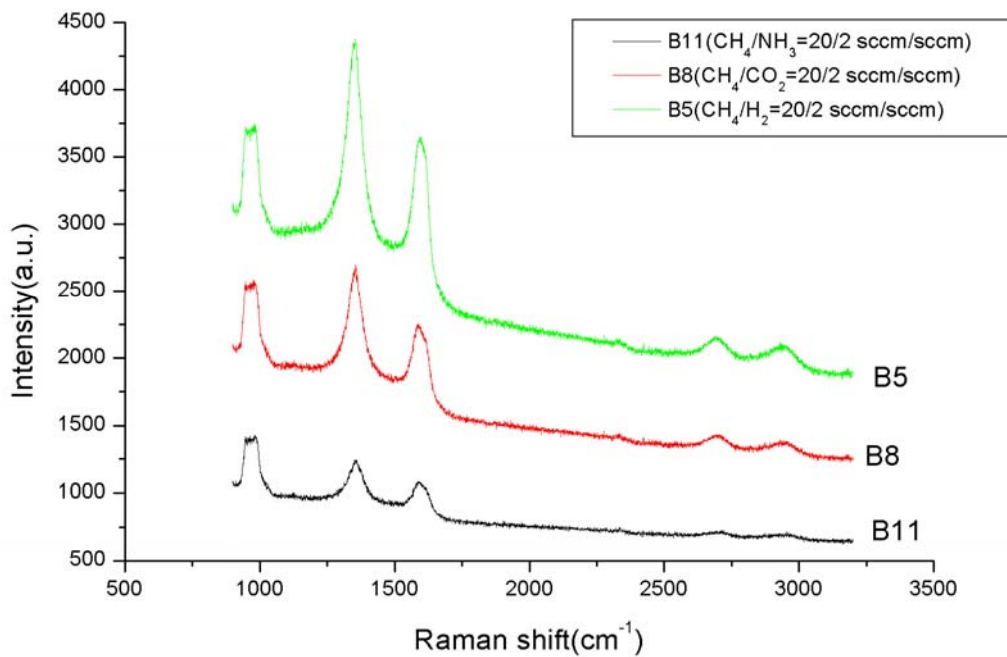
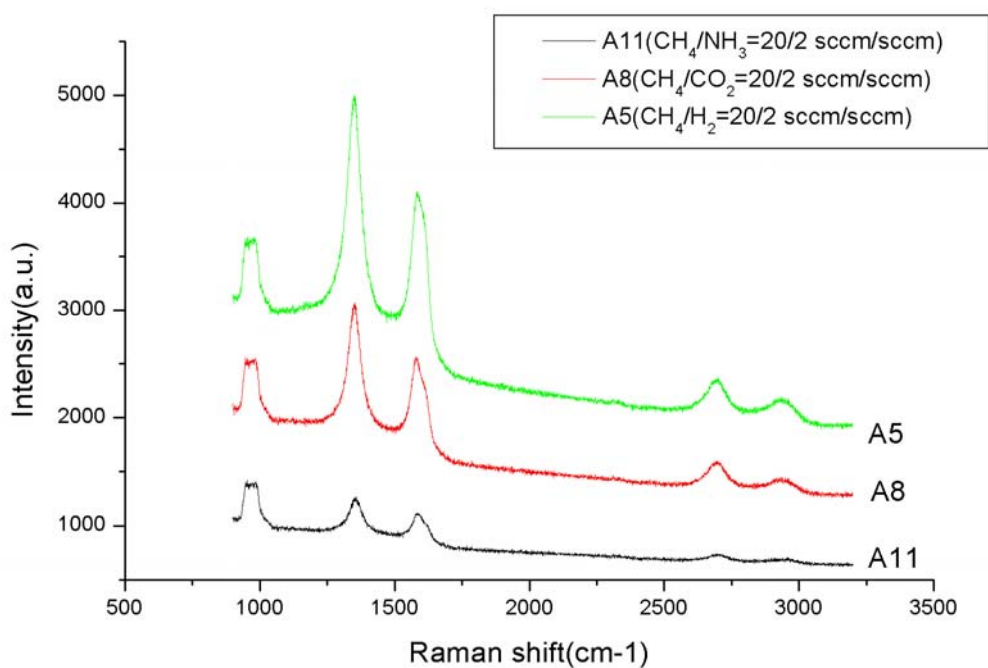


圖 4.17 以兩種雷射激發光源($\lambda=632.8, 514.5 \text{ nm}$)量測初成長之 CNTs 拉曼
頻譜結果比較 (試片編號 E11)



(a)



(b)

圖 4.18 以不同成長氣氛相同比例 10:1 初成長 CNTs 之拉曼頻譜圖之比較

(a)鈷觸媒 和(b)鎳觸媒

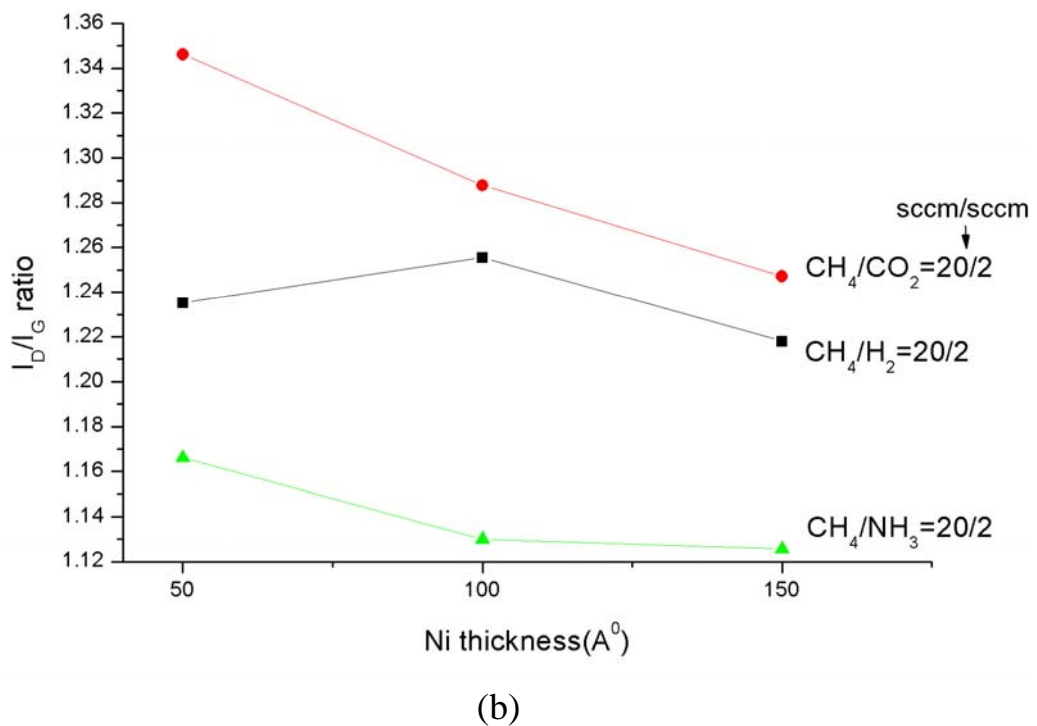
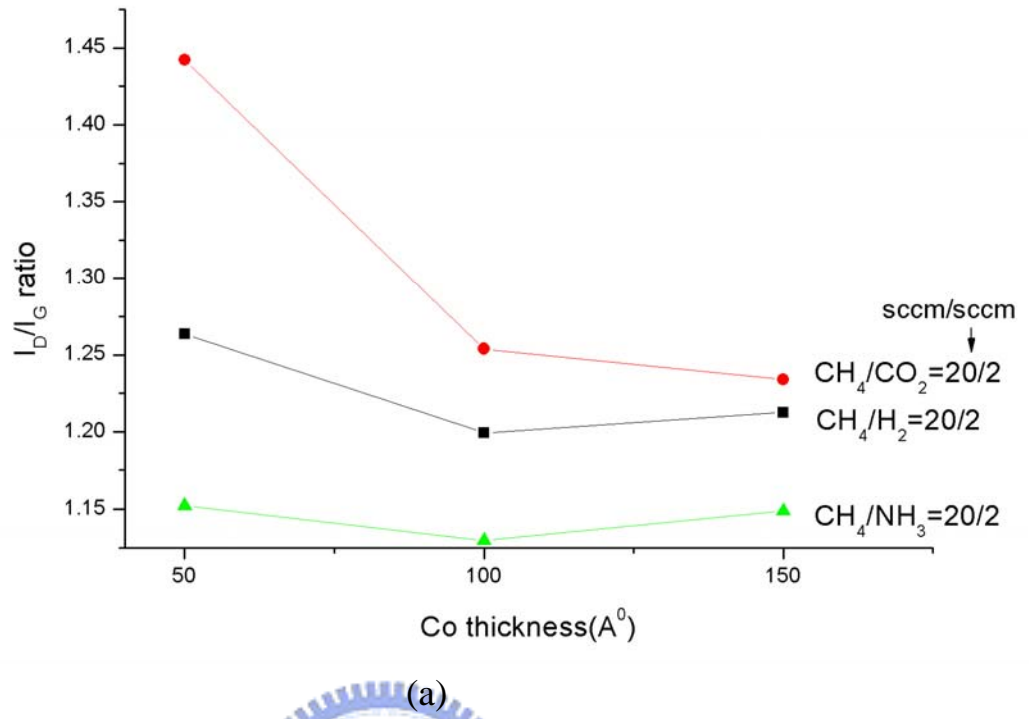
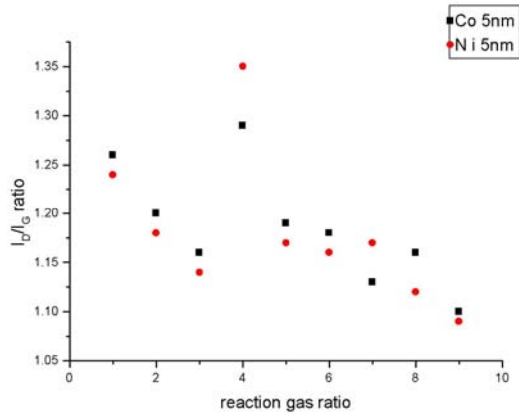
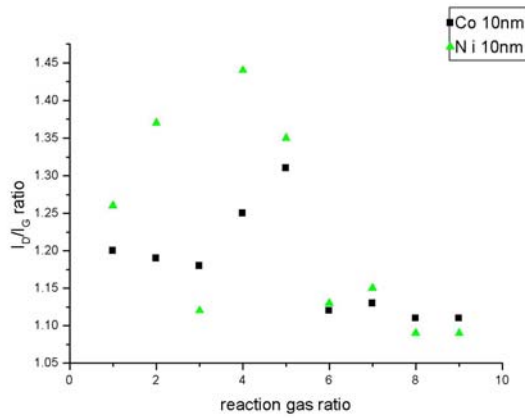


圖 4.19 觸媒厚度對初成長 CNTs 拉曼頻譜之 I_D/I_G 比的影響：

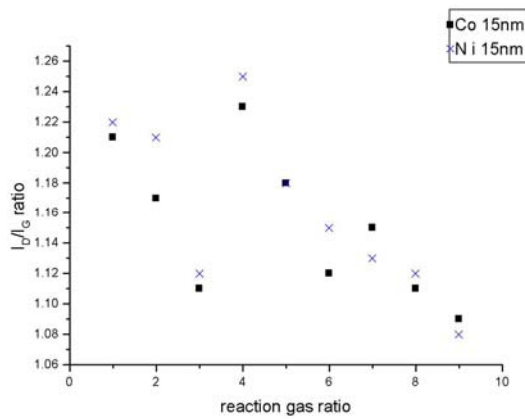
(a)鈷觸媒 和(b)鎳觸媒



(a)



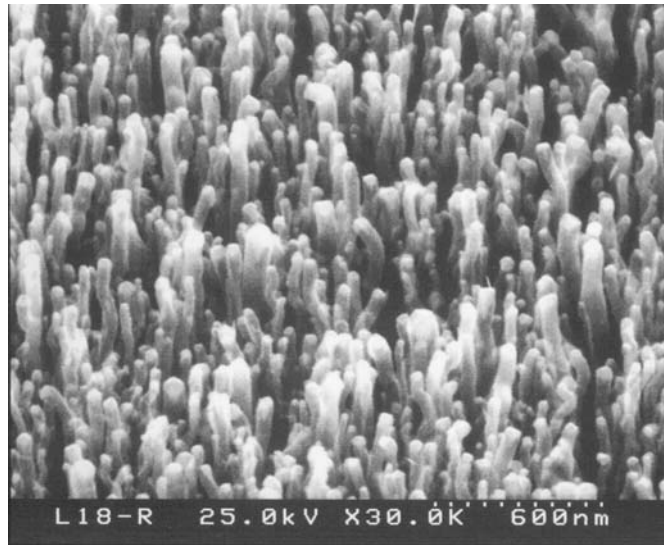
(b)



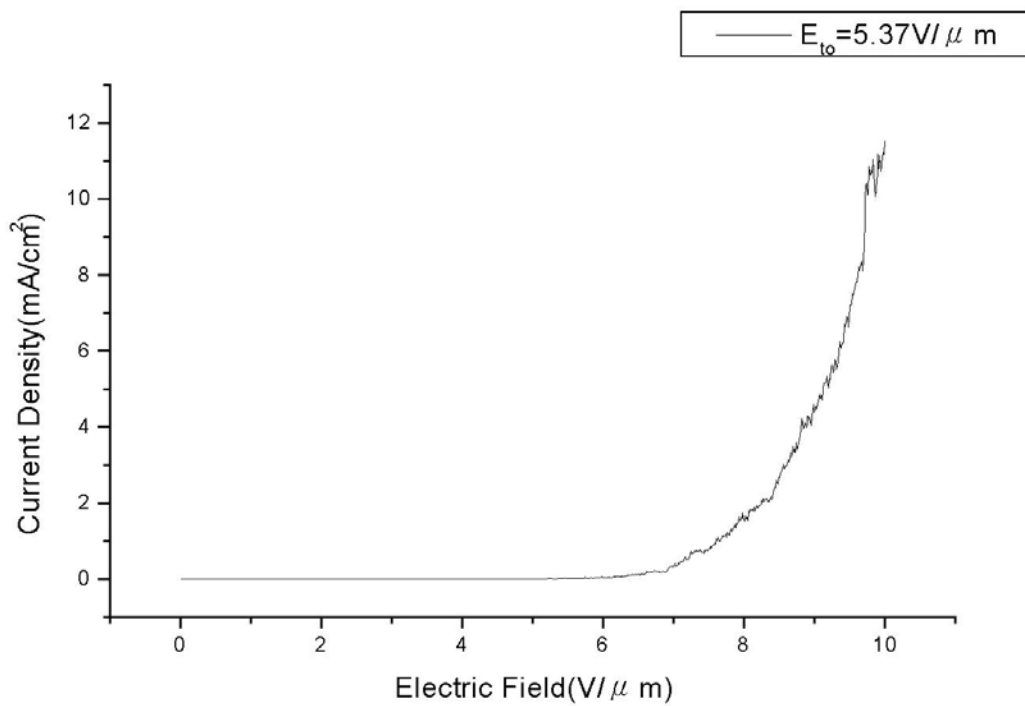
(c)

X-軸反應氣體比例：1 表示 $CH_4 : H_2 = 20 : 2$ ， 2 表示 $CH_4 : H_2 = 11 : 11$ ， 3 表示 $CH_4 : H_2 = 2 : 20$ ，
 4 表示 $CH_4 : CO_2 = 20 : 2$ ， 5 表示 $CH_4 : CO_2 = 11 : 11$ ， 6 表示 $CH_4 : CO_2 = 2 : 20$ ，
 7 表示 $CH_4 : NH_3 = 20 : 2$ ， 8 表示 $CH_4 : NH_3 = 11 : 11$ ， 9 表示 $CH_4 : NH_3 = 2 : 20$ (以上單位 sccm : sccm)

圖 4.20 在不同的鈷和鎳觸媒厚度下，初成長的 CNTs 拉曼頻譜之 I_D/I_G 比與原料氣體比例之關係，(a) 5, (b) 10 和(c)15 nm 觸媒厚度



(a)



(b)

圖 4.21 本研究條件下，最佳之場效發射性質初成長之 CNTs($\text{CH}_4/\text{CO}_2=20/2$ sccm/ sccm), (a) SEM 形貌 (b) J-E 曲線圖 (試片編號 A15)

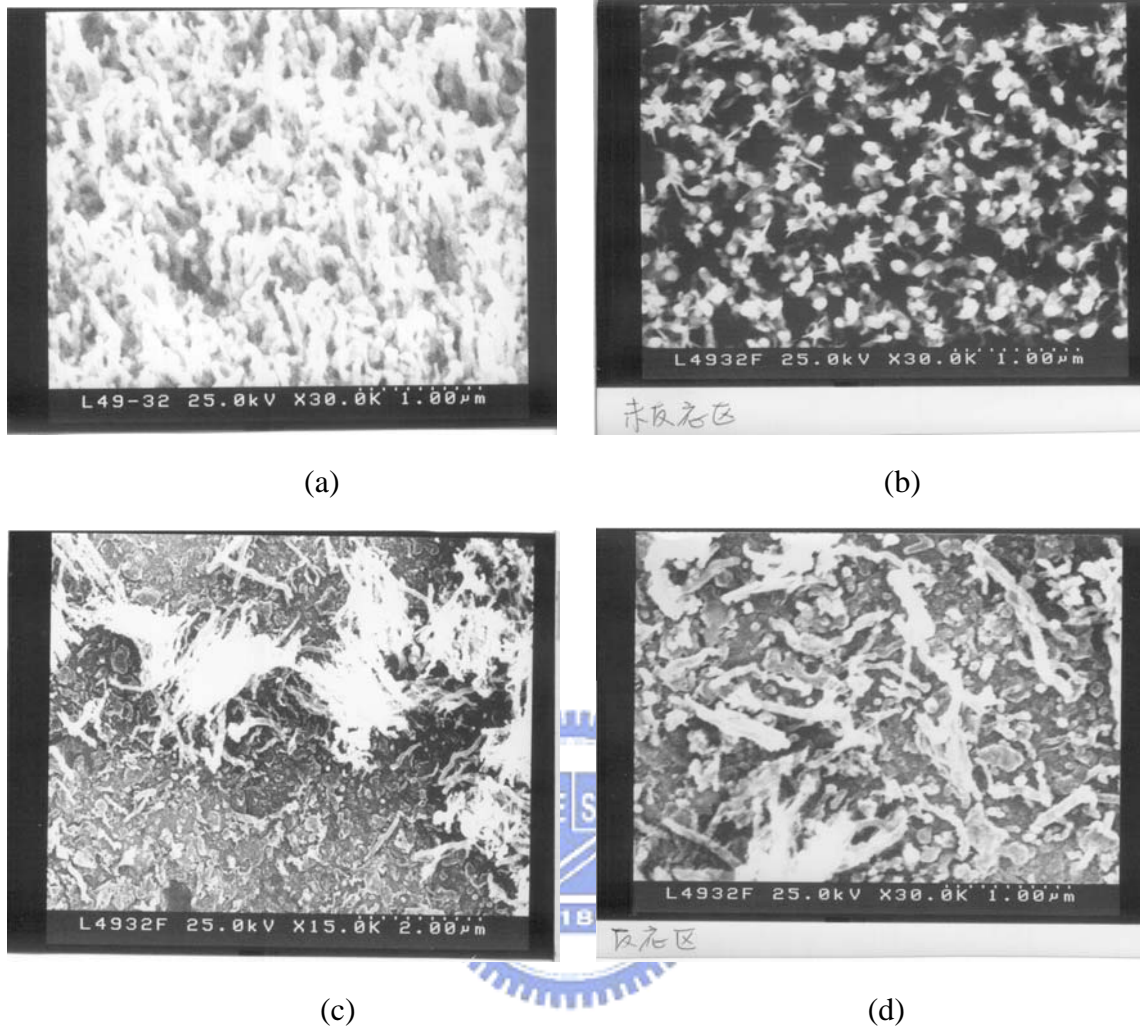


圖 4.22 以 ITO 玻璃與初成長 CNTs 基板形成之兩極場效發光測試前後 CNTs 之 SEM 形貌變化圖, (a) 測試前側視圖, (b) 測試後 CNTs 無發光且未掉落區俯視圖, (c) 和 (d) 測試後發光區 CNTs 脫落底材之外觀 (試片編號 E16)