

第三章 結果與討論

3.1. 觸媒物理性質

3.1.1. 觸媒形貌、金屬含量與分佈情形

利用 FE-SEM 觀察 MWNTs 之表面結構，如圖 3-1-1 所示。此圖樣品由廠商提供，左圖是用低倍率觀察觸媒之影像，可以發現 MWNTs 之外型皆呈毛髮般的管線狀；而圖 3-1-1 中的右圖是用較高倍率所拍攝之影像，約略可看出碳管管徑在 60 nm 左右。圖 3-1-2 為含浸鉀與鉬金屬之 MWNTs，發現外觀上變化不大，但在碳管表面出現部分塊狀結晶，推測為 MoO_3 之結晶顆粒。圖 3-1-3 為三氧化鉬之 SEM 圖，分別以 500 倍與 5000 倍觀測外觀，顯示呈破碎片狀。圖 3-1-4 與 3-1-5 為不同載體之觸媒 (SiO_2 與 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$)，5.3 Mo/ SiO_2 在放大 10000 倍下可觀察到微小顆粒負載其上，可能是三氧化鉬之團聚顆粒。而 5.3 Mo/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的樣品在 5000 倍下，也存在類似情況，不過團聚之顆粒較大。

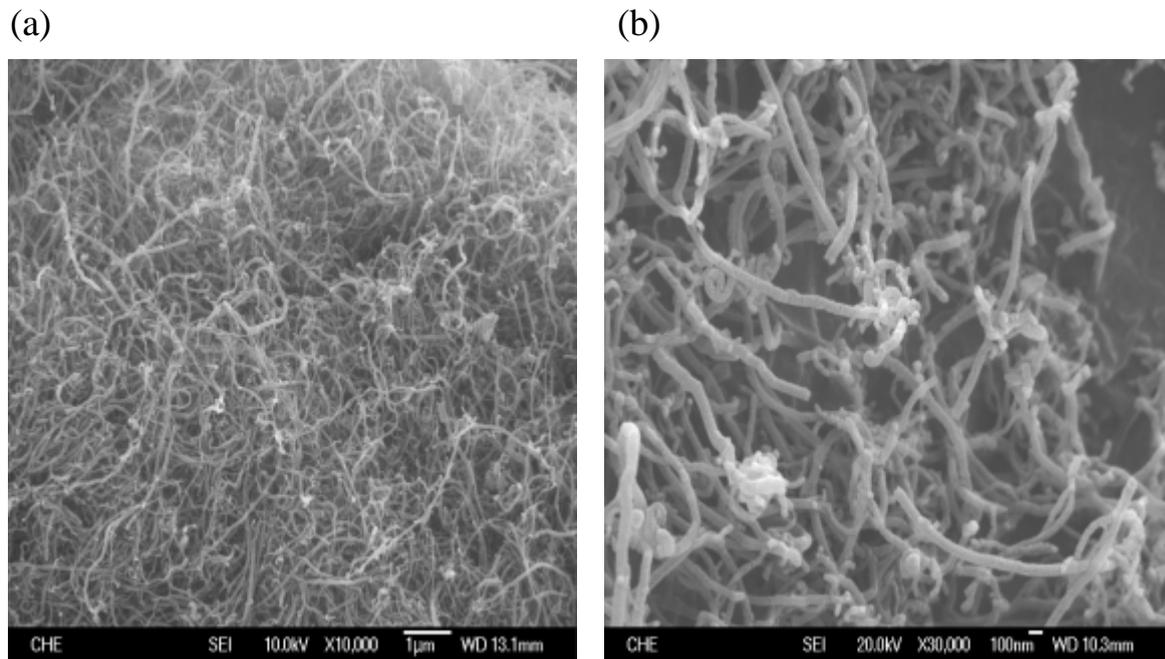


圖 3-1-1 MWNTs 觸媒之 FE-SEM 影像照片

(a)低倍率(10000 倍)。 (b)高倍率(30000 倍)

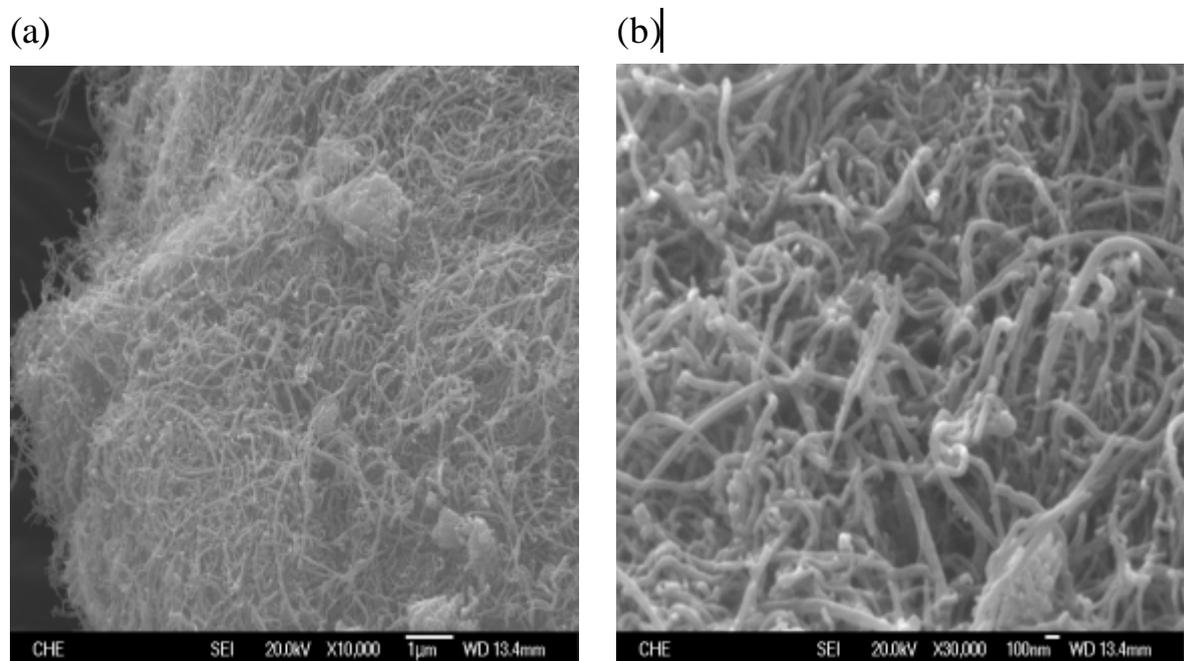
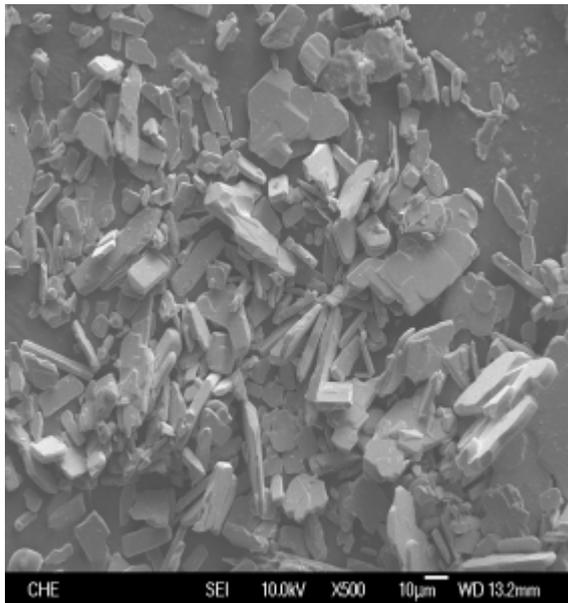


圖 3-1-2 2 K/11.1 Mo/MWNTs 觸媒之 FE-SEM 影像照片

(a)低倍率(10000 倍)。 (b)高倍率(30000 倍)

(a)



(b)

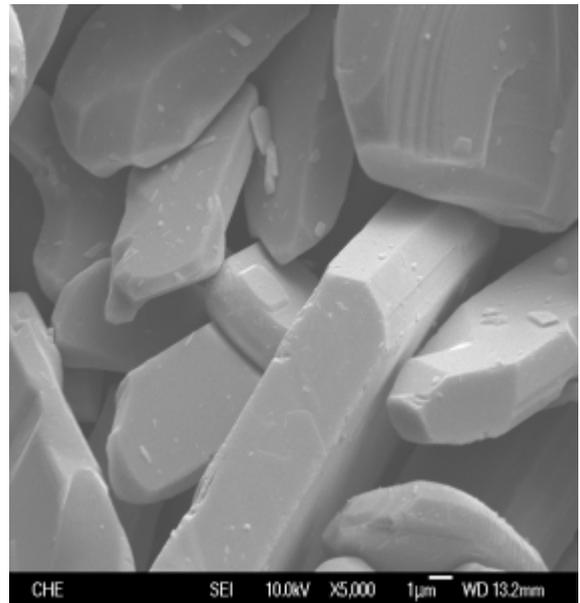
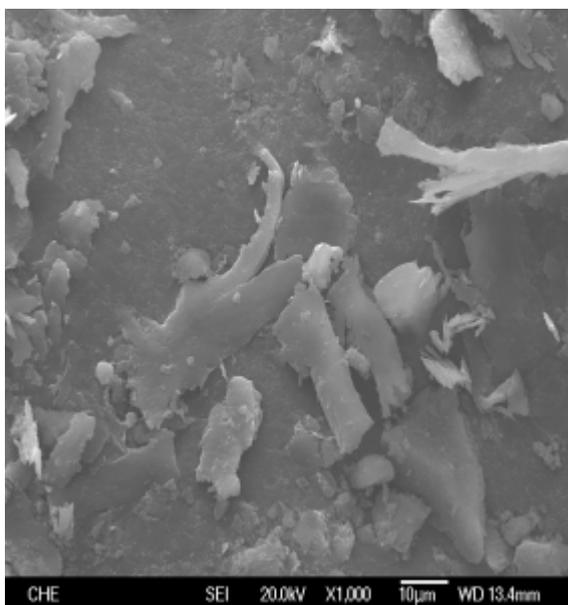


圖 3-1-3 MoO₃ 觸媒之 FE-SEM 影像照片

(a)低倍率(500 倍)。 (b)高倍率(5000 倍)

(a)



(b)

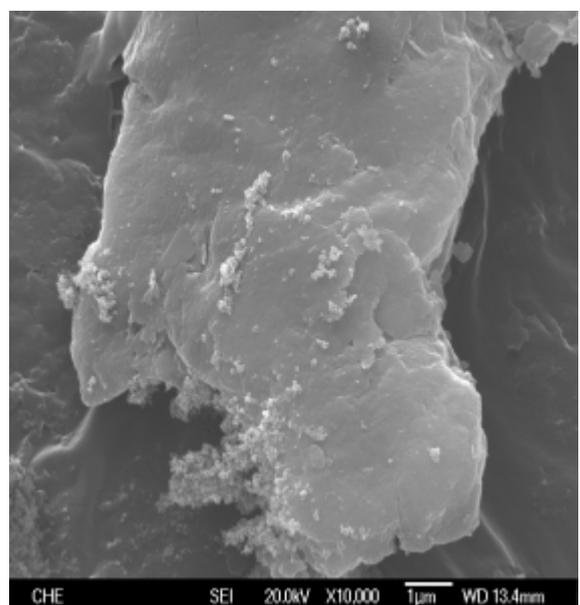


圖 3-1-4 5.3 Mo/SiO₂ 觸媒之 FE-SEM 影像照片

(a)低倍率(1000 倍)。 (b)高倍率(10000 倍)

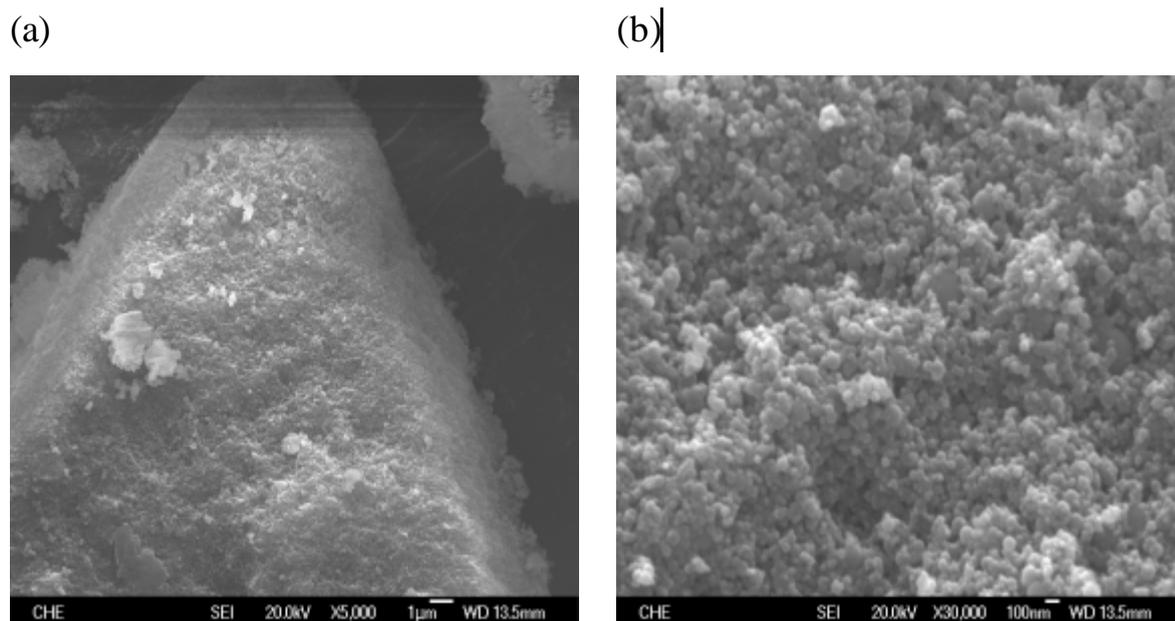


圖 3-1-5 5.3 Mo/ $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 觸媒之 FE-SEM 影像照片

(a)低倍率(5000 倍)。 (b)高倍率(30000 倍)

利用穿透式電子顯微鏡 TEM 可以觀察到金屬晶粒在觸媒裡的型態，此技術比用其他量測技術所得到的訊息來的更為清楚，並可直接地觀察觸媒裡的金屬粒子。圖 3-1-6 中的(a)-(d)是 MWNTs 含浸後鉬金屬分散於載體的 TEM 圖形。(a)圖可看出樣品 5.3 Mo/MWNTs 有黑色小點均勻分散在載體上；在(b)圖中，11.1 Mo/MWNTs 可看到在中心處有大塊的金屬團聚，且在碳管之金屬顆粒有明顯變大；而由(d)圖可知 25 Mo/MWNTs 其團聚情形相當嚴重，在右下角有明顯之結塊。(c)圖放大倍率過高，範圍窄，看不出 17.6 Mo/MWNTs 有無嚴重團聚情形 為求圖片之清晰度，所以在倍率上沒有維持固定 圖 3-1-7(a)則可看出內部管徑約在 5 nm 左右，圖(b)為碳管開蓋的情形。