

第五章 結論

本論文為奈米碳管應用於內連線之研究，包括觸媒於介質孔內前處理、碳管合成於不同孔徑之介質孔、碳管與金屬銅之複合材料、橫向合成奈米碳管，其研究成果觀察得知：

- (1) 觸媒於結構中前處理部分，由實驗結果觀察得知於前處理溫度越高其呈現島狀平均粒徑較大，在溫度 450°C 下前處理其相較於 350°C 顆粒較為清楚明顯，推測溫度提高時顆粒與顆粒之間相互凝聚進而產生平均粒徑(RMS)提升的現象，除此之外藉以証實在低溫下的 350°C、450°C 皆對結構中之觸媒有前處理效果。
- (2) 結構中合成奈米碳管，由 SEM 的分析得知當導線孔徑小於 0.7 μm 時，因幾何形狀的關係，其製程反應氣體較不易擴散至導線孔內與觸媒反應，而造成不易合成奈米碳管於導線孔內。當利用提高製程溫度時，除成功的合成奈米碳管於較小孔徑 0.5 μm 的介質孔中，並且其經拉曼光譜儀觀察得知其碳管其品質(I_d/I_g)的提升，但由於內連線需以低溫之製程才有其應用價值，所以較不建議使用此參數。在低溫製程下以 450°C 合成碳管，在提升碳源時，觀察其能有效提升在介質孔中合成碳管的密度。
- (3) 當奈米碳管濺鍍金屬銅後，經物性分性碳管與銅之介面，觀察得知銅濺鍍於碳管後其介面之間的親合力良好，証實碳管可藉由濺

鍍製程成功披覆於碳管，並且藉由元素分析得知碳管與銅之介面有發現氧化化合物存在。

- (4) 奈米碳管與金屬鈦之接觸電阻，其因不同碳管之接觸方式而會使量測之電阻有所差異，未來期望能控制奈米碳管的合成，才可使其應用於元件中。在經由 700°C 退火後，其接觸電阻值大幅的下降，其推測碳管與金屬鈦之介面產生化合物 TiC 而使電阻大大的降低。未來碳管應用於內連線時，其金屬的選用以及金屬與碳管之間接觸電阻為重要之研究方向。

