



第一章 前言

● 1.1 碳奈米管

1991 年日本飯島澄男(Iijima)發現由碳原子所構成之中空管狀體，直徑為數奈米至數十奈米，長度達到幾微米長，被稱之為碳奈米管^[Iijima 91-56]。碳奈米管為碳的一維空間結構，主要為 sp^2 鍵結而成的中空管狀體，可被思考成石墨”紙”(六方晶系的碳)捲曲成圓筒狀，若只捲成一個圓筒則為單管壁碳奈米管(single-walled nanotubes, SWNT)，但若圓筒內又含有一些圓筒，則是多管壁碳奈米管(multi-walled nanotubes, MWNT)。

合成碳奈米管的方法主要分為兩個大類，觸媒法和非觸媒法。以觸媒法輔助成長碳奈米管，大多使用過渡金屬如鐵、鈷、鎳當做觸媒。合成的方法有電弧放電法、雷射蒸發法、化學氣相沉積法...，其成長方式可分為頂部成長和底部成長。而控制碳奈米管的成長，仍為目前碳奈米管主要的研究課題。

碳奈米管在形狀、大小與物理特性上具有獨特的性質，如高強度、高韌性、質量輕、可撓曲、高表面積、表面曲度大、高熱傳導度、熱穩定性及導電性特異等特性。因此碳奈米管是目前研究最多和最具



應用潛力的奈米結構材料。

● 1.2 磁紀錄媒體

近年來，電腦工業迅速發展，記錄密度亦隨之提高，而一般應用在個人電腦以及工作站最普遍的裝置是硬式磁碟，也是市場需求最大的周邊設備，因此磁性材料至今仍是資訊科技工業的主體。而目前在磁記錄媒體的研究方向是研發「量子磁片」，亦即是利用磁性奈米材料的小尺寸特性提高儲存密度，這種「量子磁片」的記錄密度理論上可達到 400 Gb/in^2 ，相對於每平方吋可儲存 100 萬本 30 萬字的書。

磁記錄媒體可分為水平式記錄媒體、垂直式記錄媒體。目前的磁記錄媒體大都屬於水平記錄媒體，當記錄密度提昇為 $100 \text{ G byte/inch}^2$ 時，即每一記錄單位(bit)佔用的面積為 $(100 \text{ nm})^2$ 。在此尺度下，會導致相鄰位元間互相干擾使磁頭無法準確讀取，或其內磁矩無法承受外在環境溫度的變化，產生所謂的超順磁現象 (superparamagnetism)^[Diandra 96-1770]，因而磁記錄密度之提升面臨極限^[Todorovic 99-2516]。為了突破此物理極限，Iwasaki 教授在 1976 年提出垂直記錄媒體之概念^[Iwasaki 97-1272]：「一個奈米磁性顆粒作為一個獨立的紀錄位元」，這種非連續磁性膜革命性的論點及技術將可大大的提升磁記錄密度並增加小記錄磁區的穩定性，達到提昇記錄密度之目的。



● 1.3 實驗構想

由於電腦工業迅速發展，使用者需要更高的磁記錄密度，將會使水平式記錄媒體產生超順磁效應，而面臨物理上的極限。為了突破此物理極限，S. Iwasaki 教授在 1975 年提出垂直記錄媒體之概念。而以 ECR-CVD 所成長碳奈米管中所包覆的磁性粒子，正屬於非連續性磁膜，其具有奈米尺寸的優點，而且磁性粒子受石墨保護可以避免氧化、相鄰位元間互相干擾，對應用在垂直式磁記錄媒體將大有可行性。

目前碳奈米管不論是在機械性質、電性性質、場發射性質都已有相當多的探討文獻，尤其在場發射的應用方面已發展的相當成熟，唯獨磁性研究及應用在垂直式磁記錄媒體的相關文獻是非常少，更從未有相關文獻去探討碳奈米管經過長時間的磁性退火後處理，對其磁性、微結構及各方面性質的影響。因此本論文中，將利用 ECR-CVD 成長包覆鐵碳奈米結構，並用 SEM、HRTEM、Raman、XRD、EDS、AFM、MFM、SQUID、I-V 儀器來分析我們的實驗結果。

本實驗內容包括：

1. 先合成包覆鐵碳奈米結構
2. 分析其結構及經過磁性退火後結構之變化
3. 量測其磁性性質及經過磁性退火後磁性之變化
4. 量測其經過磁性退火後，場發射性質之變化