

第一章 緒論

1.1 前言

人類對未知世界的認識是隨著科技的發展而不斷深入的。從肉眼可視的事物開始，然後不斷深入，逐漸發展成為兩個極端層次：一是巨觀領域(macroscopy)；二是微觀領域(microscopy)。然而在巨觀領域與微觀領域之間，還存在著一個過渡區稱之為介觀領域(mesoscopy)。它包括微米、次微米(0.1 ~ 1 μ m)、奈米(1 ~ 100nm)到團聚尺寸的範圍。而在介觀領域特別是奈米尺度範圍內，出現了許多奇異的物理和化學特性，從而引起人們極大的研究興趣。

一切奈米議題的起點皆源於1959年著名物理學家費曼 (Richard Feynman)[1] 在一次演講中所提到的：「如果人類能夠在原子、分子尺度上來加工材料和製造原件，我們將有許多激動人心的新發現。」接著，奈米的研究猶如雨後春筍般的風起雲湧，在1989年，美國史丹佛大學 (Stanford University) 搬動原子團寫下了「史丹佛大學」的英文名字。1990年，IBM 在鎳金屬表面用36個氙 (Xe) 原子排出「IBM」字樣。由於CNTs為一奈米尺度下之材料，故其存在強大之 Van-Der

Waals，容易結合成束狀排列或繩狀般纏繞[2]。緊接著在1991年，日本 NEC公司的飯島澄男博士觀察到全新的奈米材料-多壁奈米碳管 (Multi-Walled Carbon Nanotubes, MWCNTs) [3]，並於1993年合成出來單壁奈米碳管 (Single-Walled Carbon Nanotubes, SWCNTs)[4]，其特殊的化學結構以及鍵結方式，為現今的科技打開了另一扇希望之窗。

奈米碳管紙 (Buckypaper, BP) 最早是由諾貝爾獎得主 Smalley 與其研究團隊[5]所命名，是由經純化後的單壁奈米碳管 (SWCNTs) 製成之奈米碳管薄膜，由於單根 CNT 之性質不可預測與期待，所以以”Buck”觀念來做應用的 BP 即成為現今 CNTs 的主要研究課題之一。其將 CNTs 在微觀下的優點放大到巨觀中應用，使奈米科技向前邁進了一大步，而 BP 當中的 CNTs 可以是由單壁奈米碳管 (SWCNTs) [6, 7]、多壁奈米碳管 (MWCNTs) [8] 與雙壁奈米碳管 (DWCNTs) [9] 所組成。

本研究即是將介觀尺度下的 CNT，採 bottom-up 之方式，藉由懸浮與過濾系統製備成巨觀領域的薄形片狀材料-奈米碳管紙 (Buckypaper, B.P)。對此材料進行基礎特性之分析、介電和電化學特性與其在電容應用上之研究。期盼能在這渾沌未開的奈米天地中，打開一片專屬於奈米碳管紙的世界。

1.2 研究動機與目的

超級電容器(Supercapacitors)，是一個介於二次電池與傳統電容間的新興儲能元件[10]，具有高能量密度(Wh/Kg)、高功率密度(W/Kg)、長生命週期、能快速充放電和應用溫度範圍廣等優點，由於近年來能源議題持續被重視，因此電化學電容器在通訊、電動汽車、航空航太與國防科技等方面皆有極其重要和廣闊的應用前景。

超高電容器以其儲電方式分為二種，其一為電雙層電容器 (electric double layer capacitor, EDLC)，以高比表面積的碳材料作為電極，電極材料只作為電荷吸附的場所，本身並不與電解質發生化學反應；其二為擬電容器 (pseudocapacitor)，利用電極表面與電解質間進行連續性的法拉第氧化還原反應來儲存電量[11]。

BP本身為一高孔隙之材料[12]，故其表面積也相當大，吾等對於其電性及介電性質之相關特性有相當之興趣，藉由這個研究期盼能將BP應用在介電跟電極材料上來創造一個超高電容器。