



石墨烯超級電容製造技術

Fabrication of Graphene-Based Supercapacitor

謝宇澤

工研院機械所
先進機械技術組

黃昆平

工研院機械所
先進機械技術組

林鵬

國立交通大學
材料科學與工程研究所
教授

關鍵詞(Keyword)

- 石墨烯 Graphene
- 電解 Electrolysis
- 超級電容 Supercapacitor

摘要(Abstract)

超級電容擁有極優異的功率密度、壽命與高比電容量，可望用於動力、電力系統等之儲能元件上。然而，在製作超級電容，往往需要高品質、高孔隙率、高導電率之材料。本文將簡述如何以電化學分解法(electrochemical exfoliation)來製作石墨烯粉末，並製成電容模組，利用循環伏安法(CV)之量測可得 216F/g 比電容值。掃描式電

子顯微鏡(SEM)與拉曼(Raman)光譜也將用做定性分析。

Supercapacitor has been shown its great potential in the application of mechanical and power system in energy storage devices due to its superior properties, including extra high power density, long lifetime and high specific capacitance. To these ends, high quality, high specific surface area and high electric conductivity of graphene as well as fabricate supercapacitor are required. In this article, we will issue an electrolysis method of synthesis graphene powder. Then, the graphene powder was made into capacitor which was used to measured specific capacitance at 216F/g. SEM and Raman were used to characterize the quality of graphene powders.



1. 前言

超級電容(Supercapacitor)是一種電容量可達數千法拉的電容器，擁有極高功率密度(Power density)，根據電容器的原理，電容量取決於電極間距離和電極材料比表面積。因此，超級電容以電雙層原理(Electric Double-Layer Capacitor, EDLC)與多孔化之碳材電極，達到極小電極間距並增加電極比表面積，而構成極高電容量之超級電容，如圖 1。傳統電容是在兩片金屬電極板中以介電層(dielectric)分隔，電極板吸附可移動的電荷載子（通常為電子 e^- ）來儲存電能，如圖 2。

超級電容器能量密度(Energy density)僅為蓄電池的 5%或更少，然而其能量儲存方式可應用於傳統蓄電池不足處與短時高峰值電流中。相比蓄電池來說，超級電容器優勢有：

1. 電容量大：超級電容器採用高比表面積之碳材電極，與電解液接觸面積大大增加，因而達到極大電容量。
2. 充放電壽命長：可達 500000 次或 90000 小時，而蓄電池的充放電壽命很難超過 1000 次。

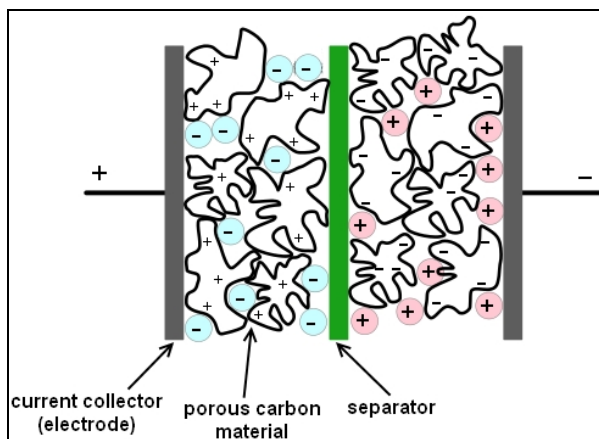


圖 1 EDLC 示意圖[1]

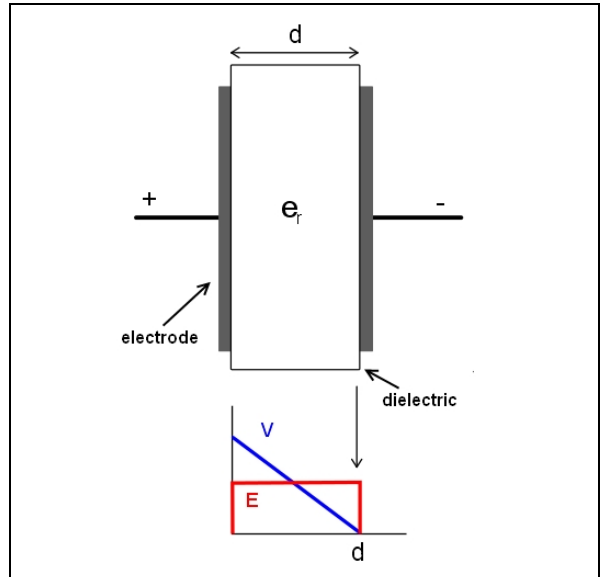


圖 2 傳統電容結構示意圖[1]

3. 極高的放電電流：如 2700F 的超級電容器額定放電電流不低於 950A，放電峰值電流可達 1680A；而一般高放電電流的蓄電池在如此高的放電電流下，其使用壽命將大大縮短。
4. 快速充電：可在數秒到數分鐘內完成充電，而蓄電池幾乎不可能在如此短的時間內充滿電。
5. 工作溫度範圍廣：-40 °C ~ +70 °C，而蓄電池很難在高溫特別是低溫環境下工作。

石墨烯(Graphene)又稱單層石墨，碳原子間以 sp^2 混成軌域組成六角碳環，呈蜂巢晶格的平面薄膜，延伸成厚度為只有一個碳原子厚度之二維材料，如圖 3 所示。石墨烯特有二維平面原子層，從熱力學理論觀點是被認為無法單獨穩定存在的結構，因熱擾動而使單層中的原子上下移動，造成原子間重新鍵結，而形成較穩定的三維結構。直至 2004 年英國曼徹斯特大學(University of Manchester)物理學家 A.K. Geim 和 K. S. Novoselov，成功以機械剝離 (mechanical

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】350期・101年5月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw