



微波電漿火焰法 成長石墨烯粉末

Growing Graphene Sheet Production
by Microwave Plasma Torch

季宇文

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

張志振

工研院機械所
先進機械技術組

關鍵詞(Keywords)

- 石墨烯 Graphene
- 微波電漿火炬 Microwave Plasma Torch
- 化學氣相沉積 CVD

摘要(Abstract)

石墨烯(grapheme)有非常優異的材料特性，不論是高導電率或是強韌的機械性質都可以成為劃時代產品的主要原料。利用微波電漿火炬(Microwave Plasma Torch, MPT)在大氣環境下生產高品質之石墨烯粉，本方法目前產率達31%，是目前乾式直接成長石墨烯粉產率最高者，所製得之石墨烯粉因表面無任何官能機殘留，經驗證

不易再堆疊(restack)成石墨，可降低分散劑之使用量，並維持石墨烯表面荷電量。而現在最主要的應用則是作為儲能元件，若可以藉由MPT機台更一步的改良得到高品質與高產量之石墨烯粉，便可達到實現量產商品化的目標。

Graphene, a two-dimensional, single-layer sheet of sp^2 hybridized carbon atoms, has attracted tremendous attention and research interest, owing to its exceptional physical properties, such as high electronic conductivity, good thermal stability, and excellent mechanical strength.

Microwave plasma torch was used to produce high quality graphenesheet (GS) at atmospheric pressure in this study. The yield of GS can reach 31% and without any chemical functional group by bottom-up method. It will not restack as graphite



after small loading force. It can decrease the amount of dispersant and sustain surface charge. This research is to get high quality and throughput by improving MPT tool. It is in order to meet the purpose of commercial application.

1. 前言

2010 年，諾貝爾物理獎頒給了曼徹斯特大 (University of Manchester) 的蘭沃錫物理教授 (Langworthy Professor of Physics) 蓋姆(A. K. Geim) 博士與 36 歲的皇家學會(Royal Society) 研究員諾沃謝洛夫(K. S. Novoselov) 博士表彰他們兩人在二維晶體石墨烯(graphene) 材料物理的非凡成就。石墨烯是碳原子排列而成的完美二維晶體，具有蜂槽狀的結構。石墨烯可衍生組成零維之富勒烯、一維之碳管、及堆疊成三維結構之石墨，如圖 1 所示。單層石墨烯厚度只有 0.34 nm 具有非常優異的性質，在室溫下是目前已知材料裡電子遷移率和電阻最低的；也是世上最薄卻最堅硬的奈米材料[1]並且具有可撓性，它幾乎是完全透明的，只吸收 2.3 %的光[2]；導熱係數高達 5300 W/m·K，更高於碳奈米管和金剛石，基於這些特殊的性質可知石墨烯在未來的應用可跨越非常多的領域。

如何產出單層的石墨稀是很多研究在探討的，其中以機械剝離高定向熱解石墨(HOPG)是最為熟知且品質最佳的方法。因此之後許多製備法均會以此為比較的基準，雖然可以得到品質好的產物但是生產效率低卻是此法的一大缺點。相較

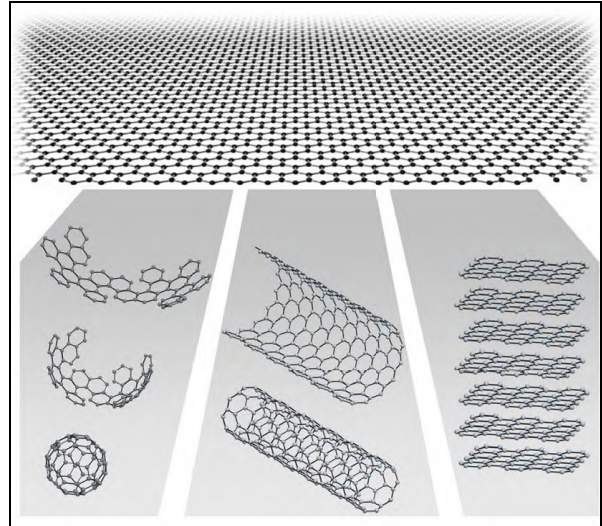


圖 1 各種石墨材料石墨烯是二維的結構也可衍生出其他維度材料，零維的富勒烯、捲曲成一維的奈米碳管、堆疊後形成三維的石墨[3]

於此，化學氣相沈積法則是目前最廣為使用生產石墨稀的製程之一，第一個利用 CVD 製做石墨稀的報導在 2006 年使用天然、環保、廉價的 $C_{10}H_{16}O$ (俗稱樟腦)作為碳源在鎳箔表面合成石墨烯[4]，雖然此文獻最後沒有真正產出石墨稀但是卻開啓了 CVD 在石墨稀製備研究的重要方向。2007 年使用 CVD 法在鎳基板上生成 1-2 nm 石墨稀薄膜[5]，文獻中使用壓力 80 torr 的氫氣與甲烷混合氣體(比例 92:8)作為碳源，950 °C 石墨烯合成於鎳表面，並推斷其成長機制為“碳在鎳上成長並成核”。在石墨烯的成長機制逐步釐清後，2009 年可大量生產且不需基版的方法被發表了[6]。其產量可以“毫克”來生產，研究人員宣稱使用 500 mg 的鈷/氧化鎂混合物催化劑與甲烷/氫氣混合氣體在 1000 °C 反應 30 min 可以生成約 50 mg 的石墨烯粉末，為石墨稀量產開啓了重要的道路。2009 年美國哥倫比亞大學和韓國三星公司合作將甲烷

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】363期・102年6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