成長大面積石墨烯薄膜與多源電子迴旋共振化學氣相沉積設備

Using a Multi-Sources Electron Cyclotron Resonance Chemical Vapor Deposition System to Grow Large-Area Graphene Film

賴識翔
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

林育霆
工研院機械所
先進機械技術組

關鍵詞(Keyword)

- 石墨烯 Graphene
- 拉曼 Raman
- 多源電子迴旋共振化學汽相沉積 MECR CVD

摘要(Abstract)

石墨烯的載子遷移率可達 200000 $cm^2/V\cdot s$，是現今矽材料的百倍以上，因此吸引了很多科學家的注意。如何大面積成長石墨烯薄膜是未來應用於透明導電膜上重要課題之一。本文將說明大面積石墨烯薄膜發展近況，以及工研院機械所已成功發展出多源電子迴旋共振化學氣相沈積(MECR CVD)系統來製作少數層之石墨烯薄膜。我們的目標是以電漿方式直接成長 370 mm × 470 mm 的乾淨石墨烯，在文中將描述 MECR CVD 真空系統的電漿特性、電漿成分分析結果以及成長的石墨烯將藉由 Raman 光譜與 X 射線光電子能譜做特性分析。

Graphene has recently attracted considerable attention due to their mobility can reach 200000 $cm^2/V\cdot s$, which is hundred times of the silicon material. One of the topics for transparent conductive films is how to grow large-area graphene thin films. The development of large-area graphene will discuss in the article and a multi-source electron cyclotron resonance chemical vapor deposition (MECR CVD) system was developed by MSL/ITRI to deposit few-layer graphene thin films. The target of our plan is direct growth of clean graphene with

area of 370 mm × 470 mm. The plasma properties and plasma composition of MECR CVD system will be also show in the article. Raman and XPS were used to characterize graphene films for chemical analysis.

1. 前言

石墨烯(Graphene)又稱單層石墨，此名稱來自於石墨(graphite)跟烯類(ene)字尾的結合，碳原子間以 sp^2 混成軌域組成六角型呈蜂巢晶格的平面薄膜，延伸成厚度爲只有一個碳原子厚度(0.34 nm)之二維材料，如圖 1 所示[1]，在垂直方向周期性堆疊後就形成常見之石墨。大多數的物理學家認爲依據熱力學原理，任何二維結構僅能存在於絕對零度下，因此石墨烯一直被認爲是假設性的結構，無法單獨穩定存在。直至 2004 年[2]英國曼徹斯特大學(University of Manchester)物理學家安德烈·蓋姆(A.K. Geim)和康斯坦丁·諾沃肖洛夫(K. S. Novoselov) 成功地以機械剝離(mechanical exfoliation)的方式從高定向熱裂解石墨(highly orientated pyrolytic graphite, HOPG)塊材中分離出石墨烯，這是第一次由實驗中可得到單層石墨且結構非常穩定，它除了可吸附於基板上之外，亦可懸空後穩定存在，推翻了之前熱力學原理的預測，因此石墨烯的發現震撼了整個科學界。諾沃肖洛夫與海姆兩人因爲提供一個快速、便利的方式得到石墨烯，瑞典皇家科學院以「在二維石墨烯材料的開創性實驗」爲由，讓他兩人共同獲得 2010 年諾貝爾物理學獎的桂冠[3]。

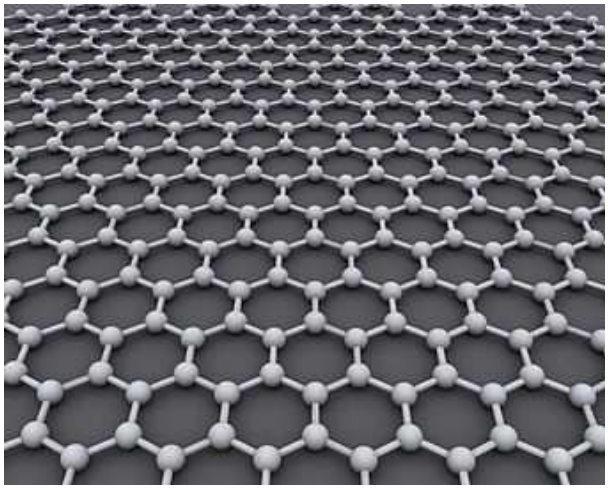

圖 1　以碳原子形成的原子尺寸蜂巢晶格結構之石墨烯[1]

二維形式之單原子層石墨烯是所有含石墨結構材料之母，如圖 2 所示[4]，它可以彎曲成零維形式之巴克球(buckyballs)，也可捲成一維形式之奈米管(nanotubes)或堆疊成三維形式之石墨(graphite)。一般來說，十層以下之石墨烯屬於二維形式晶體，十層以上之石墨烯則屬於三維形式之晶體。

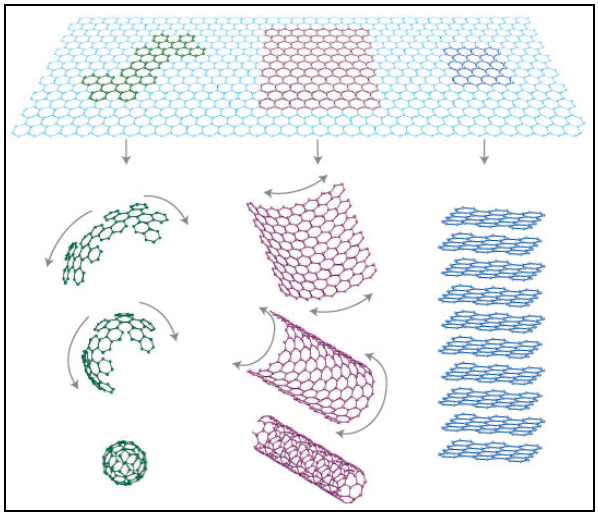

圖 2　二維形式之單原子層石墨烯是所有含石墨結構材料之母[4]

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