

# การสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์ขนาดเล็กจากแอลกอฮอล์\*

## Synthesis of Carbon Nanotubes with a Small Diameter Using Alcohol

สุธิชัย ชัยสิทธิ์ศักดิ์<sup>[1]</sup> และ จิติ หนูแก้ว<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup> ห้องปฏิบัติการวิจัยวัสดุและอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

<sup>[2]</sup> ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

\* โทรศัพท์ (02)-3264222 โทรสาร (02)-392398 E-mail: kcsutich@kmitl.ac.th

---

**ABSTRACT** – Carbon nanotubes (CNTs) with a small diameter were successfully synthesized by a hot-filament CVD (HF-CVD) method, using methanol and ethanol as a carbon source. The Fe-Co particles were used as a catalyst. The obtained samples were characterized by using scanning electron microscopy (SEM) transmission electron microscopy (TEM) and Raman spectroscopy. The results showed that CVD growth parameters and catalyst materials were critical parameters to synthesize a small tube. Compared with the catalysts without zeolite powders, the catalysts supported on zeolite powders provided smaller tubes and were efficient for synthesis of CNTs at a lower substrate temperature. Furthermore, using methanol instead of ethanol, the small tube with a diameter of ~0.9 nm, estimated from Raman scattering data, were successfully achieved at a substrate temperature of 650°C. The present work may provide a much simpler and more economic method for mass-production of CNTs.

**KEY WORDS** -- Carbon nanotubes (CNTs), Hot-filament CVD (HF-CVD), Catalytic decomposition, Alcohol

**บทคัดย่อ** -- คาร์บอนนาโนทิวป์ (carbon nanotubes) ขนาดเล็กถูกสังเคราะห์ขึ้นโดยวิธีขดลวดความร้อน CVD จากเอทานอลและเมทานอล อนุภาคของ Fe-Co ถูกใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวอย่างที่ได้ถูกวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่งและแบบส่องผ่าน และสเปกโตรสโคปีรามาน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ของ CVD และวัสดุตัวเร่ง มีผลอย่างมากต่อการสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์ที่มีขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวเร่งที่ไม่ใช่ซีโอไลต์ (zeolite) จะพบว่า ตัวเร่งที่ใช้ซีโอไลต์จะให้ขนาดของทิวป์ที่เล็กกว่า และมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิฐานรองที่ต่ำกว่า ยิ่งไปกว่านั้น ในกรณีที่ใช้เมทานอลแทนเอทานอล จะสามารถสังเคราะห์ทิวป์ที่มีขนาดเล็กได้ที่อุณหภูมิฐานรอง 650°C โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.9 nm ซึ่งได้จากการประมาณจากข้อมูลของสเปกโตรสโคปีรามาน รายงานนี้อาจใช้เป็นแนวทางในพัฒนาวิธีที่ง่ายและราคาถูกสำหรับการสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์ในปริมาณมากๆ ต่อไปได้

**คำสำคัญ** -- คาร์บอนนาโนทิวป์, วิธีขดลวดความร้อน CVD, การแตกตัวโดยตัวเร่ง, แอลกอฮอล์

---