

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนบนแผ่นทองแดง  
โดยวิธีการตกตะกอนไอเคมีด้วยความร้อน

ผู้เขียน

นางสาวบุปผชาติ ต่อนบุญสูง

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร. พิศิษฐ์ สิงห์ใจ

### บทคัดย่อ

การสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนบนแผ่นทองแดงโดยวิธีการตกตะกอนไอเคมีด้วยความร้อน การทดลองใช้เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์ เป็นคะตะลิสต์บนแผ่นทองแดง ซึ่งเตรียมโดยใช้วิธีการสปาร์กที่ความต่างศักย์ 12 kV แล้วนำไปสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนในบรรยากาศผสมของแก๊สอาร์กอนและก๊าซอะเซทิลีน ที่อุณหภูมิ 750 °C ซึ่งใช้อัตราส่วนของแก๊สอาร์กอนต่อแก๊สอะเซทิลีนคือ 100:10, 100:5 และ 100:3 มิลลิลิตรต่อนาที เวลาในการสังเคราะห์ 10, 5 และ 3 นาที ตามลำดับ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด, สเปกโทรสโคปีพลังงานกระจาย, กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องทะลุผ่าน, เครื่องรามานสเปกโทรสโคปี และทดสอบการปลดปล่อยอิเล็กตรอน พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีทั้งเส้นใยนาโนคาร์บอนที่บิดเป็นเกลียว เส้นใยนาโนคาร์บอนที่เป็นเส้นเรียบ และท่อนาโนคาร์บอน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 16-190 นาโนเมตร ซึ่งเงื่อนไขที่ดีที่สุดในการสังเคราะห์ ที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเส้นเรียบทั้งหมด คือ อัตราส่วนแก๊สอาร์กอนต่อแก๊สอะเซทิลีน 100:3 มิลลิลิตรต่อนาที เวลาในการสังเคราะห์ 3 นาที สเปกตรัมของรามานมีพีคของ D-band และ G-band คล้ายกับแกรไฟต์ และค่า  $I_D/I_G$  น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.85 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ไปสร้างเป็นอุปกรณ์ปลดปล่อยอิเล็กตรอนแบบไดโอด พบว่าสนามไฟฟ้าต่ำสุดมีค่า 1.8 V/ $\mu\text{m}$  เมื่อใช้ निकเกิดเป็นคะตะลิสต์ ผลการทดสอบที่ได้นั้นมีลักษณะของกราฟสอดคล้องกับทฤษฎีของ Fowler-Nordheim

**Thesis Title** Synthesis of Carbon Nanotubes on Copper Substrate  
by Thermal Chemical Vapor Deposition Method

**Author** Miss Buppachat Toboonsung

**Degree** Master of Science (Applied Physics)

**Thesis Advisor** Dr. Pisith Singjai

### ABSTRACT

Synthesis of carbon nanotubes (CNTs) on Cu substrate was done by thermal chemical vapor deposition method. The experiment was carried out by using Fe, Ni and Co as co-catalysts deposited on the substrate using the sparking method at 12 kV. The catalyst-coated Cu substrate was heated at 750 °C in a mixed-gas-flowing tube furnace at the argon (Ar) : acetylene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) ratio of 100:10, 100:5 and 100:3 ml/min for 10, 5 and 3 mins, respectively. The obtained products were characterized by scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectroscopy (EDS), transmission electron microscopy (TEM), Raman spectroscopy and field emission test. It was found that the products were helical carbon nanofibers, regular carbon nanofibers and CNTs with the mean diameter in the range of 16-108 nm. The optimum condition for the synthesis of the regular fibers and CNTs was found at the Ar:C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ratio of 100:3 ml/min and the synthesis time of 3 mins. The Raman spectra showed that the D-band and G-band peaks are similar to those of the graphite and the D-band/G-band intensity ratio is 0.85. The products configured as diode field emitters have shown the turn-on fields as low as 1.8 V/μm when using Ni as the catalyst. The results of field emission test agree with the Fowler-Nordheim theory.