บทที่ 1
บทนำ

ในช่วงเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมาคำว่า นาโน(nano) นั้นได้มีการเอ่ยถึงกันอย่างกว้างขวางในวงการวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมทุกด้าน เพราะว่าได้ปลุกความหวังในความก้าวหน้าทุกๆด้าน รวมทั้งเกี่ยวข้องในด้าน ธุรกิจ โดยทั่วโลกต่างมีการศึกษาด้านนาโนเทคโนโลยีกันอย่างกว้างขวาง ทั้งในอเมริกา ยุโป ญี่ปุ่น เกาหลี ซึ่งได้ทุ่มงบประมาณในการวิจัยค้นคว้า โดยเกี่ยวข้องในหลายๆ ศาสตร์ เช่นเคมี ชีววิทยา การแพทย์ ฟิสิกส์ วิศวกรรม คอมพิวเตอร์ ล้วนมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในการพัฒนาด้านนาโน วัตถุดิบที่มีโครงสร้างพื้นฐานในนาโนเทคโนโลยีที่ถูกกล่าวขานถึงมากที่สุดก็คือ นาโนทิวป์(Nanotube) และหากพูดถึงกราไฟต์(graphite) รูปแบบหนึ่งของถ่านคาร์บอนในธรรมชาติ) ซึ่งใช้ทำไส้ดินสอเนื่องจากในระดับโมเลกุลมันประกอบขึ้นจากอะตอมคาร์บอนมาเรียงตัวกันเป็นแผ่น แผ่นอะตอมคาร์บอนเหล่านี้เชื่อมโยงในลักษณะตาข่ายที่มีรูหกเหลี่ยมเรียกว่ากราเฟน(graphane) นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจแผ่นคาร์บอนจิ๋วนี้มาก เพราะเมื่อม้วนเข้าเป็นหลอดหรือท่อแล้ว มันมีคุณสมบัติที่พิเศษหลายประการ ท่อเหล่านี้เรียกว่าคาร์บอนนาโนทิวป์ (carbon nanotube) เมื่อม้วนคาร์บอนแผ่นเดียวเป็นท่อหนา 1 อะตอม เรียกว่าท่อนาโนคาร์บอนผนังเดี่ยว(single-walled carbon nanotube: SWNT) นอกเหนือจากคาร์บอนแล้วยังสามารถสร้าง นาโนทิวป์ จากซิลิคอนและวัตถุอื่นๆ แต่นาโนทิวป์ ที่ไม่ได้ทำจากคาร์บอนมักเรียกว่า นาโนไวร์(nanowire)

เมื่อกลางปี ค.ศ. 1980 ทีมวิจัยนำโดย Prof. Smalley ที่มหาวิทยาลัย Rice University ได้สังเคราะห์ฟูเลอเรนซ์ ที่มีโครงสร้างคล้ายกรงของอะตอมคาร์บอนที่ประกอบกันด้วยผิวหน้าหกเหลี่ยมและห้าเหลี่ยม โมเลกุลของฟูเลอเรนซ์ มีคาร์บอน 60 อะตอม ซึ่งหลังจากนั้นมีการตั้งชื่อเป็น Buckminsterfullerene ตามชื่อของสถาปนิกที่ออกแบบโดมลักษณะคล้าย C_{60} ซึ่งมีหน้าห้าเหลี่ยมชิดกับหกเหลี่ยมคล้ายกับลูกฟุตบอล สองถึงสามปีต่อมาการค้นพบนี้ ได้นำไปสู่การสังเคราะห์ท่อคาร์บอนนาโนทิวป์ ซึ่งเป็นท่อฟูเลอเรนซ์ ที่ยาวได้สัดส่วน มีผนังของท่อคาร์บอนหกเหลี่ยมซึ่งมีโครงสร้างแบบกราไฟท์และมักมีปลายปิด ผู้ที่ค้นพบคนแรกคือ นาย สุมิโอะ อีจิมะ (Sumio Iijima) นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น เป็นนักอิเล็กตรอนไมโครสโคปี ของบริษัท NEC ค้นพบเมื่อปี ค.ศ.1991 [1] ในห้องทดลองที่เมืองสึคุบา (Tsukuba) โดยการค้นพบคาร์บอนนาโนทิวป์ของเขานั้น เป็นความบังเอิญที่เขาทำการสังเคราะห์ฟูเลอเรนซ์ โดยวิธีArc-evaporation แล้วพบว่าที่ขั้วคาโถดเกิดมีวัสดุโครงสร้างแบบกราไฟท์ ที่เป็นอนุภาคขนาดนาโนและท่อในลักษณะนี้ ไม่มีผู้ใดเคยสังเกตเห็นมาก่อน ต่อมาทีมงานของ สุมิโอะ อีจิมะ สามารถที่จะสังเคราะห์วัสดุดังกล่าวได้ในปริมาณที่มาก โดยปรับสภาวะของการทำ Arc-evaporation ซึ่งท่อ

นาโนคาร์บอนที่ค้นพบครั้งแรกนั้นคือท่อชนิดผนังหลายชั้น[2] จากนั้นในปี ค.ศ. 1993 หรือในสองปีถัดมา นาย สุมิโอะ อีจิมะ และนักวิจัยของบริษัทไอบีเอ็ม (IBM) ชื่อ ดอน เบทูน (Don Bethune) [3] ได้นำเสนอรายงานวิจัยว่าสามารถสร้างท่อนาโนผนังชั้นเดียวได้ โดยการเติมโลหะตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาปริมาณเล็กน้อย ในระหว่างการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนเพื่อป้องกันการม้วนตัวด้วยตัวเองของแผ่นกราไฟท์ และป้องกันการเกิดเป็นฟูเลอเรนซ์ ขนาดเล็ก จึงทำให้นักวิยาศาสตร์และนักวิจัยทั่วโลกต่างก็ศึกษาถึงคุณสมบัติของคาร์บอนนาโนทิวป์ ตลอดจนถึงวิธีการผลิต วิธีการนำไปใช้และการประยุกต์อย่างมากมาย ทั้งนี้ก็เนื่องมาจาก คุณสมบัติเด่นหลายประการด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น เป็นได้ทั้งตัวนำและกึ่งตัวนำ มีความแข็งแกร่งสูง เบา และมีความยืดหยุ่นที่ดี สามารถจับยึดโมเลกุลและดูดซับก๊าซได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาคาร์บอนนาโนทิวป์ไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆในสาขาของนาโนเทคโนโลยี

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้คือทำการสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์โดยใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอนโดยทำการศึกษาปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆว่าจะมีผลต่อการเกิดคาร์บอนนาโนทิวป์อย่างไร เช่น อุณหภูมิ ความดัน เวลา ในการสังเคราะห์ ชนิดของแอลกอฮอล์ และการเติมน้ำ DI ลงในแอลกอฮอล์ โดยข้อดีของการใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอนคือสามารถสังเคราะห์ SWNTs ได้ที่อุณหภูมิต่ำ(600°C) มีความปลอดภัยสูง ไม่เป็นอันตรายและไม่เป็นพิษต่อผู้ทดลองที่สำคัญเป็นวัตถุดิบที่มาสารถผลิตได้ในประเทศ ซึ่งเมื่อหาสามารถปลูกคาร์บอนนาโนทิวป์ที่มี ความบริสุทธิ์สูง และมีขนาดตามที่ต้องการได้แล้ว สามารถนำพัฒนาและประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่อไปได้

โดยรายละเอียดของจุดประสงค์ในแต่ละบทของวิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

บทที่ 2 จะอธิบายเกี่ยวกับพื้นฐานคาร์บอน เช่น ชนิด คุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ กลไกการเกิด การสังเคราะห์ และการประยุกต์ใช้งานของคาร์บอนนาโนทิวป์ ซึ่งในบทนี้จะอธิบายอย่างละเอียดเกี่ยวกับคาร์บอนนาโนทิวป์เพื่อให้รู้จักและเข้าใจคุณสมบัติต่างๆของคาร์บอนนาโนทิวป์ได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 3 ในบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์ เนื่องจากหลังจากที่ทำการสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์ขึ้นมาแล้ว ต้องนำไปทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต่างๆ เพื่อหาว่าคุณสมบัติทางโครงสร้าง ขนาด และความบริสุทธิ์ของคาร์บอนนาโนทิวป์ที่ทำการสังเคราะห์ขึ้นมาเป็นอย่างไร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ Scanning Electron Microscope(SEM) Transmission Electron Microscope(TEM) และ Raman spectroscopy ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดที่นำมาทำการวิเคราะห์นั้น

จะบอกคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป โดยที่เทคนิค SEM จะบอกรูปร่างของชิ้นงานในรูปของภาพสามมิติ สำหรับเทคนิคTEM จะบอกรูปร่างของชิ้นงานในรูปของภาพสองมิติซึ่งสามารถบอกขนาดระดับอะตอม ซึ่งสามารถวิเคราะห์ชนิดของคาร์บอนนาโนทิวป์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สุดท้ายสำหรับเทคนิค Raman spectroscopy จะบอกพันธะของชิ้นงานที่นำมาวัดโดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้หาความบริสุทธิ์ของชิ้นงานที่สังเคราะห์ได้และยังสามารถบอกชนิดและขนาดของคาร์บอนนาโนทิวป์อย่างคร่าวๆได้อีกด้วย

บทที่ 4 ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนของวิธีการทดลองโดยจะบอกอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง และขั้นตอนการทดลอง เช่น การเตรียมฐานรองแผ่นซิลิกอน การเตรียมโลหะตัวเร่งปฏิกิริยาและวิธีการสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์

บทที่ 5 จะอธิบายถึงผลการทดลองโดยใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอน ซึ่งในการสังเคราะห์จะทำการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆเพื่อศึกษาว่ามีผลต่อการเกิด ขนาด และความบริสุทธิ์ของคาร์บอนนาโนทิวป์อย่างไร โดยตัวแปรที่ทำการปรับเปลี่ยนได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน เวลาในการสังเคราะห์ ชนิดของแอลกอฮอล์และผลของการหยดน้ำDI ลงไปในแอลกอฮอล์

บทที่ 6 เป็นการสรุป และวิจารณ์ผลการทดลองที่ทดลองมาได้ว่าเป็นอย่างไร ที่สภาวะใดเป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการสังเคราะห์คาร์บอนนานาทิวป์ รวมทั้งกล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาการสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวป์เพื่อให้มีคุณภาพมากขึ้นเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อไป