การเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนจากวัสดุท้องถิ่น โดยการใช้เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ต้นทุนต่ำ

CARBON NANOPARTICLE PREPARATION FROM LOCAL MATERIAL BY LOW COST CO_2 LASER

วุฒิชัย แพงาม*, สืบตระกูล สุชาติ, ชโนภาส ชนลักษณ์ดาว, วารุณี เกิดแสง,
เจษฎา ประทุมสิทธิ์ และอาทิตย์ สารสมบูรณ์
สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

Wuttichai Phae-ngam*, Suebtarkul Suchat, Chanopat Chonlakdao, Varunee Kerdsang,
Jedsada Prathumsit and Arthit Sansomboon
Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220
*E-mail: p_mon_phy@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้เตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนจากวัสดุท้องถิ่นโดยการประยุกต์ใช้เลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ โดยเลือกใช้วัสดุท้องถิ่น 3 ชนิด คือ แกรไฟต์ ถ่านไม้ และถ่านกัมมันต์ จากการทดลองพบว่าวัสดุที่มีความเป็นไปได้และเหมาะสมต่อการนำไปใช้เตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนคือถ่านกัมมันต์ โดยเมื่อนำถ่านกัมมันต์มาเตรียมเป็นอนุภาคนาโนคาร์บอนด้วยแสงเลเซอร์ที่กำลังของแสงเลเซอร์ 20 วัตต์ และใช้เวลาในการยิงแสงเลเซอร์ 15 วินาที จากผลการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่าอนุภาคนาโนคาร์บอนที่มีขนาดเล็กที่สุดประมาณ 20 นาโนเมตร จากนั้นนำอนุภาคนาโนคาร์บอนที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์ด้วยชุดเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน (EDS) พบว่าอัตราส่วนธาตุคาร์บอนของถ่านกัมมันต์ คือ 59.14% และอนุภาคนาโนคาร์บอนที่เตรียมได้เป็น 60.74% ซึ่งแสดงว่าอนุภาคนาโนคาร์บอนที่เตรียมได้มีส่วนประกอบธาตุเหมือนกับถ่านกัมมันต์ที่ไม่เกิดสารประกอบออกไซด์

คำสำคัญ: เลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคนาโนคาร์บอน

ABSTRACT

The aim of this research was carbon nanoparticle preparation by CO_2 laser application. The local materials were graphite, charcoal and activated charcoal. The activated charcoal was optimized material for particle preparation. The carbon nanoparticles were prepared by 20 watts laser power and 15 seconds laser duration. The smallest particle as observed by SEM images was about 20 nm diameter. The EDS

technique was used to analyze the element of target and carbon nanoparticles prepared. The results showed the carbon element ratio of target and carbon nanoparticles prepared were 59.14% and 60.74%, respectively. The EDS analyzing was showed non oxidation on carbon nanoparticles prepared.

Keywords: CO_2 laser, carbon nanoparticles

บทนำ

ปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางมีลักษณะและรูปร่างที่แตกต่างกันไปตามการประยุกต์ใช้งาน เช่น การเตรียมให้อยู่ในรูปของฟิล์มบาง ZnSe เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานด้านแสง (Phae-ngam et al., 2014) การเตรียมอนุภาคนาโนของสารประกอบ $Bi_{0.6}Sb_{1.4}Te_3$ เพื่อใช้พัฒนาคุณสมบัติของสารเทอร์โม-อิเล็กตริก (Phae-ngam et al., 2011) และอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม อนุภาคนาโนคาร์บอนในปัจจุบันมีความโดดเด่นเป็นที่น่าจับตามองเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากคุณสมบัติที่น่าสนใจทั้งในด้านการนำไฟฟ้าที่ดีเยี่ยมเมื่อเตรียมให้อยู่ในรูปแบบกราฟีน (Song et al., 2014) หรือการเตรียมให้อนุภาคนาโนคาร์บอนอยู่ในรูปของท่อขนาดนาโนทำให้มีคุณสมบัติเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับวัสดุที่นำมันไปผสมได้ (Daneshmand, 2014) จึงทำให้งานวิจัยทางด้านการเตรียมอนุภาคนาโนของคาร์บอนมีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง

กระบวนการเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนสามารถเตรียมได้หลายวิธี โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก คือ การเตรียมด้วยเทคนิคทางเคมี และการเตรียมด้วยเทคนิคทางกายภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการเตรียมด้วยการประยุกต์ใช้เลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความสามารถในการให้ลำแสงเลเซอร์ที่มีพลังงานสูงสามารถใช้ตัดโลหะได้ ทั้งยังมีต้นทุนที่ไม่สูงเมื่อเทียบกับเลเซอร์ชนิดอื่น ประกอบกับการเลือกใช้เป้าที่สามารถหาได้ง่ายมีราคาไม่แพง คือ แกรไฟต์ ถ่านไม้ และถ่านกำมัน เพื่อให้สามารถเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนได้โดยมีต้นทุนต่ำ

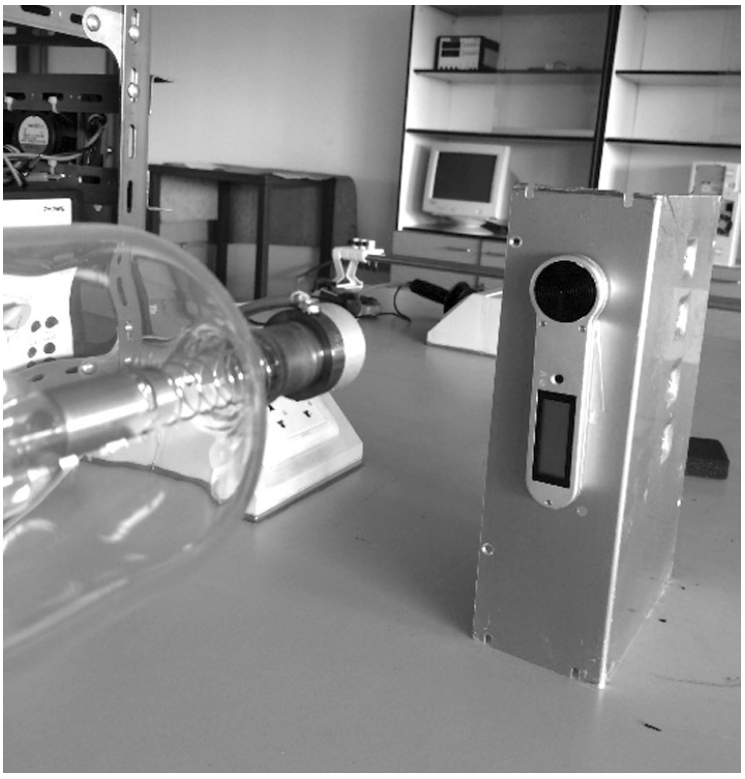
วิธีการ

การวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ การทดสอบกำลังของแสงเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้กระแสไฟฟ้าต่างกัน การทดสอบวัสดุคาร์บอนสูงที่จะนำมาใช้เป็นเป้าสำหรับเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอน และการทดลองเตรียมวัสดุนาโนคาร์บอนโดยการประยุกต์ใช้เลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- การทดสอบกำลังของแสงเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้กระแสไฟฟ้าต่างกัน จะมีอุปกรณ์หลักคือ หลอดเลเซอร์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (ขนาด 80 วัตต์ ของบริษัท Reci) ชุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับหลอดเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขนาด 80 วัตต์ (รุ่น MYJG80W)

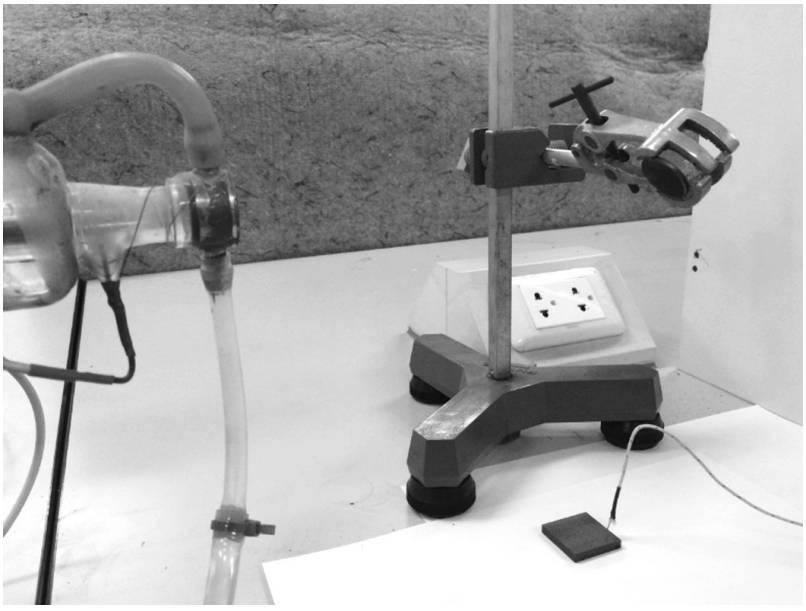
มิเตอร์วัดกำลังแสงเลเซอร์ (รุ่น HLP-200) และกระจกสะท้อนแสงเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 1 และมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ประกอบและเตรียมระบบเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังรูปที่ 1
2) ติดตั้งแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์โดยใช้โวลต์มิเตอร์ชนิดความต่างศักย์สูง
3) เปิดระบบจ่ายไฟฟ้าของเลเซอร์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเริ่มที่ 0 mA
4) ทำการปรับกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นครั้งละ 2 mA จากนั้นวัดค่ากำลังของแสงเลเซอร์และค่าความต่างศักย์ พร้อมทั้งทำการสังเกตหลอดเลเซอร์
5) ทำการทดลองในข้อ 3 และ 4 ซ้ำ 3 รอบ และคำนวณหาค่าเฉลี่ย
6) วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



รูปที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทดสอบกำลังของแสงเลเซอร์เมื่อใช้กระแสไฟฟ้าต่างกัน

- การทดสอบวัสดุคาร์บอนสูงที่จะนำมาใช้เป็นเป้าสำหรับเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอน การทดลองในตอนนี้จะทำการทดสอบการยิงแสงเลเซอร์จากหลอดเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความยาวคลื่นแสง 10.6 ไมโครเมตร ลงบนวัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสูง คือ แกรไฟต์ ถ่านไม้ และถ่านกัมมันต์ เพื่อสังเกตความเป็นไปได้ในการเลือกใช้วัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งมาใช้ทำการทดลองในตอนต่อไป ซึ่งวัสดุทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นวัสดุที่มีราคาไม่แพงและจัดหาได้ง่าย โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทดสอบวัสดุคาร์บอนสูงเพื่อใช้ในการเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอน

1) ประกอบและเตรียมระบบเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังรูปที่ 2
2) เตรียมวัสดุที่มีคาร์บอนสูง 3 ชนิด คือ แกรไฟต์ ถ่านไม้ ถ่านกัมมันต์
3) เปิดระบบเลเซอร์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่กำลัง 40 วัตต์
4) ทำการยิงแสงเลเซอร์ลงบนแกรไฟต์เป็นเวลา 1 นาที
5) สังเกตผลที่เกิดขึ้นบนแกรไฟต์
6) เปลี่ยนวัสดุทดสอบเป็นถ่านไม้ และถ่านกัมมันต์ตามลำดับโดยดำเนินการตามข้อ 3-5
7) วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

- การทดลองเตรียมวัสดุนาโนคาร์บอนโดยการประยุกต์ใช้เลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งการทดลองในตอนนี้จะเลือกวัสดุเพียง 1 ชนิดที่มีความเหมาะสมมาใช้เป็นสารเป้าเพื่อทำการทดสอบการเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอน และทำการวิเคราะห์สมบัติของอนุภาคนาโนที่เตรียมได้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) เลือกวัสดุที่เหมาะสมมาเป็นสารเป้า
2) ประกอบและเตรียมระบบแสงเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังรูปที่ 2
3) เปิดระบบเลเซอร์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่กำลัง 20 วัตต์ และยิงแสงเลเซอร์ลงบนสารเป้าเป็นเวลา 15 วินาที
4) นำอนุภาคตัวอย่างที่ได้จากการยิงแสงเลเซอร์ไปวิเคราะห์ขนาดและรูปทรงด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)
5) นำอนุภาคตัวอย่างที่ได้จากการยิงแสงเลเซอร์ไปวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบเทียบกับสารเป้าด้วยชุดเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน (EDS)

โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นเครื่องของบริษัท JEOL รุ่น JSM-5410LV และชุดเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงานของบริษัท OXFORD

ผลการวิจัยและวิจารณ์

- ผลการทดสอบกำลังของแสงเลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้กระแสไฟฟ้าต่างกันพบว่าที่กระแสไฟฟ้า 2 mA ไม่มีแสงเลเซอร์เกิดขึ้น แสงเลเซอร์จะเกิดเมื่อทำการปรับกระแสไฟฟ้าระหว่าง 4 – 20 mA ซึ่งในการทดลองนี้จะไม่ใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 20 mA เนื่องจากเป็นขีดจำกัดของหลอดเลเซอร์หลอดนี้ หากทำการใช้กระแสไฟฟ้าสูงกว่านี้จะทำให้หลอดเลเซอร์มีอายุการใช้งานลดลงอย่างรวดเร็ว

การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$P = IV \quad \text{..... 1}$$

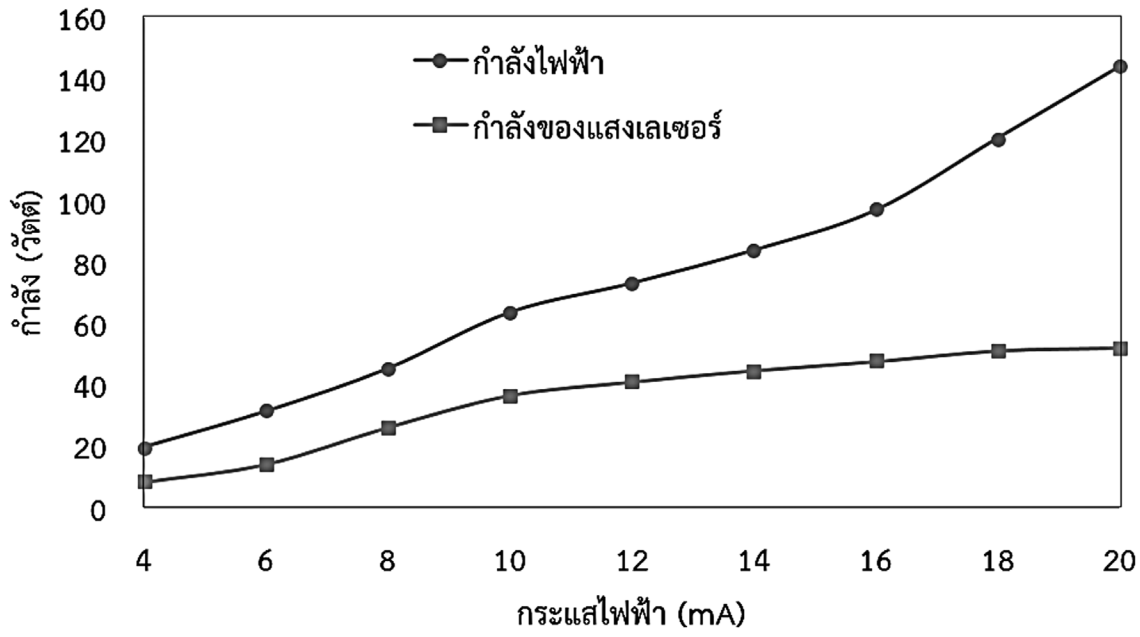
เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
I คือ กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
V คือ ความต่างศักย์ (โวลต์)

จากนั้นนำผลของกำลังไฟฟ้าที่คำนวณได้กับกำลังของแสงเลเซอร์ที่วัดได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพจากสมการที่ 2

ประสิทธิภาพ = กำลังของแสงเลเซอร์/กำลังไฟฟ้า 2

ตารางที่ 1 ผลของการปรับกระแสไฟฟ้าต่อกำลังของแสงเลเซอร์

กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (กิโลโวลต์)				กำลังไฟฟ้า	กำลังของแสงเลเซอร์ (วัตต์)				ประสิทธิภาพ
	1st	2nd	3rd	เฉลี่ย	(วัตต์)	1st	2nd	3rd	เฉลี่ย	
4	4.8	5.1	4.9	4.93	19.73	6.4	8.2	11.0	8.53	0.43
6	5.3	5.2	5.2	5.23	31.40	12.0	14.2	16.6	14.3	0.45
8	5.8	5.7	5.5	5.67	45.33	26.8	25.1	26.9	26.27	0.58
10	6.5	6.3	6.3	6.37	63.67	34.9	37.9	37.2	36.67	0.58
12	6.3	6.0	6.0	6.10	73.20	39.2	40.8	43.2	41.07	0.56
14	6.0	5.9	6.1	6.00	84.00	44.4	45.7	44.2	44.77	0.53
16	5.9	6.2	6.1	6.07	97.07	48.9	47.6	46.6	47.70	0.49
18	6.6	6.6	6.9	6.70	120.60	51.7	52.5	51.2	51.20	0.42
20	7.1	6.9	7.6	7.20	144.00	51.5	52.2	52.7	52.13	0.36



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าและกำลังของแสงเลเซอร์

ประสิทธิภาพของหลอดเลเซอร์นี้จะสูงสุดเมื่อใช้กระแสไฟฟ้าที่ 10 mA หรือที่กำลังของแสงเลเซอร์ประมาณ 37 วัตต์ แต่หากยังฝืนใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 10 mA จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของหลอดเลเซอร์นี้จะลดลง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และรูปที่ 3 จึงสรุปได้ว่าหลอดเลเซอร์นี้ไม่ควรใช้กระแสเกิน 10 mA และกำลังของแสงเลเซอร์ที่ได้ไม่ควรเกิน 40 วัตต์

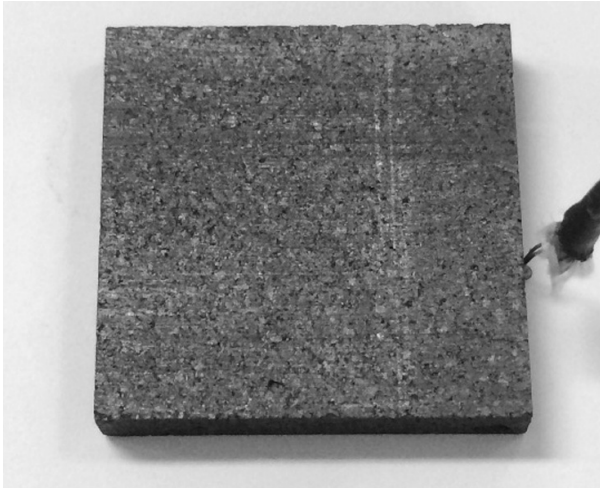
ผลการทดสอบวัสดุคาร์บอนสูงที่จะนำมาใช้เป็นเป้าสำหรับเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนโดยยิงแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นแสง 10.6 ไมโครเมตร ลงบนวัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสูงและหาง่าย คือ แกรไฟต์ ถ่านไม้ และถ่านกัมมันต์ พบว่า ก่อนยิงแสงเลเซอร์และหลังจากยิงแสงเลเซอร์เป็นเวลา 1 นาที ไม่สามารถสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนแผ่นแกรไฟต์ด้วยตาเปล่าได้ดังรูปที่ 4 และ 5 แต่ระหว่างการยิงแสงเลเซอร์นั้นสังเกตเห็นประกายไฟเกิดขึ้นที่ผิวแผ่นแกรไฟต์เล็กน้อย และเมื่อทำการวัดอุณหภูมิของแผ่นแกรไฟต์หลังจากผ่านการยิงด้วยแสงเลเซอร์ พบว่าแผ่นแกรไฟต์มีอุณหภูมิสูงมากกว่า 170 องศาเซลเซียส เหตุที่เป็นเช่นนั้นเกิดจากโครงสร้างผลึกของแกรไฟต์มีการเรียงตัวของอะตอมแน่นคล้ายเพชร มีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนได้ดีทำให้ทนอุณหภูมิได้สูง อนุภาคจึงไม่สามารถหลุดออกมาได้ง่าย

หลังจากนั้นเมื่อแผ่นแกรไฟต์เย็นตัวลงจึงทำการทดสอบว่ามีอนุภาคหลุดออกมาจากบริเวณที่ถูกแสงเลเซอร์ยิงหรือไม่โดยการใช้นิ้วมือลูบ พบว่าไม่มีอนุภาคลักษณะผงหลุดออกมา แต่ถ้าต้องการให้อนุภาคของแกรไฟต์หลุดออกมา ต้องทำการยิงแสงเลเซอร์ไปยังแกรไฟต์ซึ่งอยู่ในภาชนะสุญญากาศเนื่องจากในสภาวะสุญญากาศนั้น จุดหลอมเหลวและจุดเดือดจะลดต่ำลง อันส่งผลให้อนุภาคของ

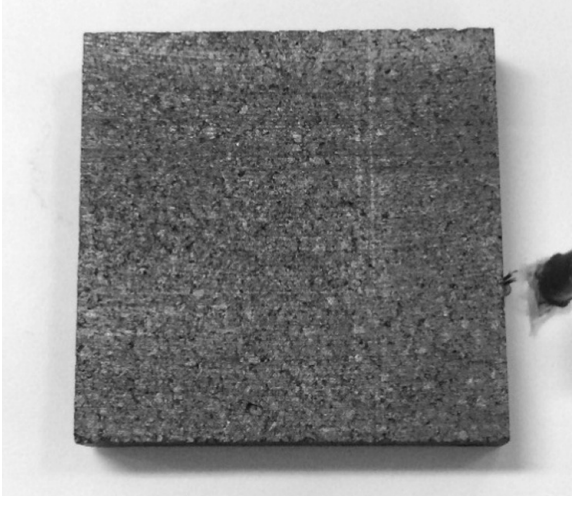
แกรไฟต์หลุดออกมาได้ง่ายขึ้น แต่เนื่องจากระบบสุญญากาศมีต้นทุนสูง จึงไม่เหมาะสมที่จะทำในการวิจัยนี้ แต่ยังเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ทำงานวิจัยในอนาคตได้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แกรไฟต์ไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนโดยการยิงแสงเลเซอร์ในสภาวะบรรยากาศปกติ

สำหรับกระบวนการพัฒนาวิธีการเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนจากแกรไฟต์ซึ่งน่าจะมีความบริสุทธิ์สูงกว่าถ่านกัมมันต์นั้น อาจจะต้องใช้การเตรียมในระบบสุญญากาศร่วมด้วยเพราะในสภาวะสุญญากาศจะทำให้จุดหลอมเหลวของแกรไฟต์ลดลงจนเมื่อถูกสำแสงเลเซอร์จะทำให้เกิดการหลอมเหลวออกมาเป็นอนุภาคได้ โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครกำลังพัฒนาระบบสุญญากาศสำหรับใช้ในงานวิจัยควบคู่ไปด้วย (วุฒิชัยและเจษฎา, 2557)

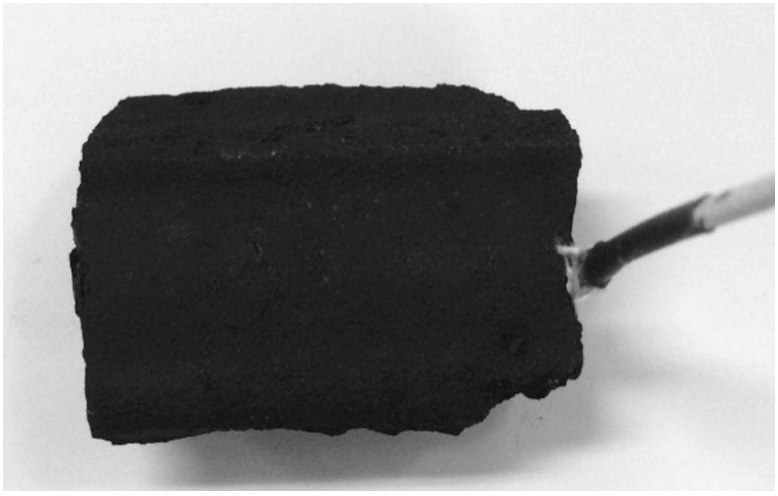


รูปที่ 4 แผ่นแกรไฟต์ก่อนการยิงแสงเลเซอร์

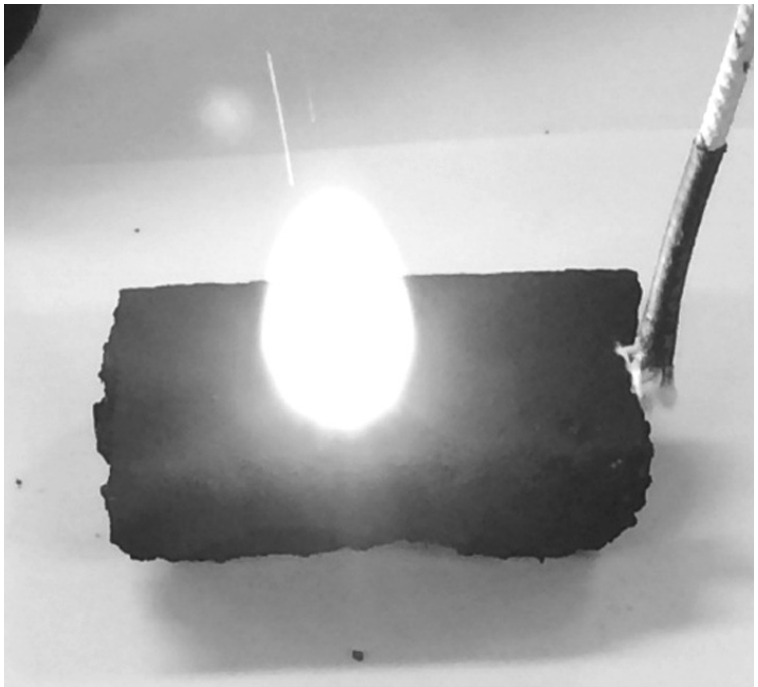


รูปที่ 5 แผ่นแกรไฟต์หลังผ่านการยิงแสงเลเซอร์

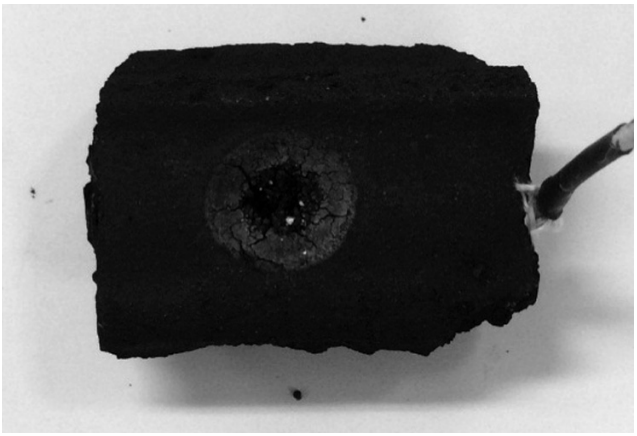
ต่อมาเมื่อทำการยิงแสงเลเซอร์ลงบนถ่านไม้ พบว่า ในตอนเริ่มยิงแสงเลเซอร์ผิวของถ่านไม้ที่กระทบแสงเลเซอร์จะเริ่มมีสีแดงจากนั้นจะเกิดการลุกไหม้และได้ยินเสียงปะทุเหมือนตอนเผาถ่านทั่วไป และเมื่อครบ 1 นาทีในการยิงแสงเลเซอร์พบว่าขอบของรอยที่ไหม้บนผิวถ่านไม้นั้นจะมีสีขาว โดยได้แสดงภาพการยิงแสงเลเซอร์ลงบนถ่านไม้ดังรูปที่ 6 - 8



รูปที่ 6 ถ่านไม้ก่อนการยิงแสงเลเซอร์



รูปที่ 7 ถ่านไม้ระหว่างการยิงแสงเลเซอร์

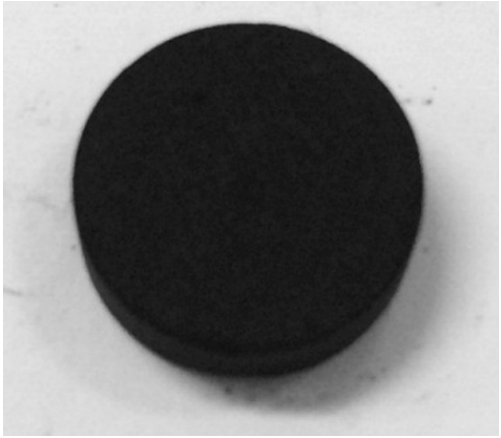


รูปที่ 8 ถ่านไม้หลังจากการยิงแสงเลเซอร์

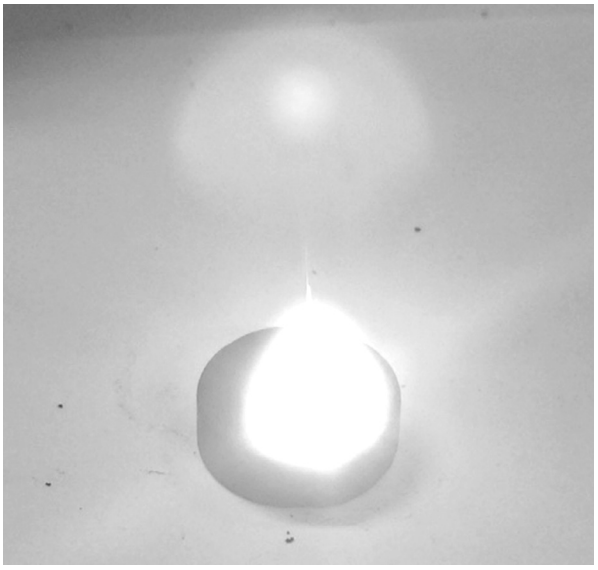
จากรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่า บริเวณโดยรอบเกิดเป็นรอยสีขาวอันเกิดจากการที่ถ่านไม้นี้ถูกเผาไหม้ด้วยแสงเลเซอร์ในบรรยากาศปกติ ทำให้เกิดการสันดาปเป็นผงขี้เถ้า และเมื่อใช้วัสดุปลายแหลมสะกิดลงบนผิวของถ่านไม้ที่ถูกแสงเลเซอร์ยิงพบว่ามีอนุภาคขนาดต่าง ๆ หลุดออกมา โดยอนุภาคที่หลุดออกมานั้นเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระดับมิลลิเมตร ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยอนุภาคขนาดใหญ่นี้เกิดจากการผสมขี้เลื้อยไม้ไผ่ที่มีขนาดต่างกันมากก่อนจะนำมาเผาเป็นถ่านนั้นเอง

จึงสรุปผลได้ว่า ถ่านไม้ไม่เหมาะต่อการนำมาใช้ในการเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนโดยการยิงแสงเลเซอร์ในสภาวะบรรยากาศปกติ

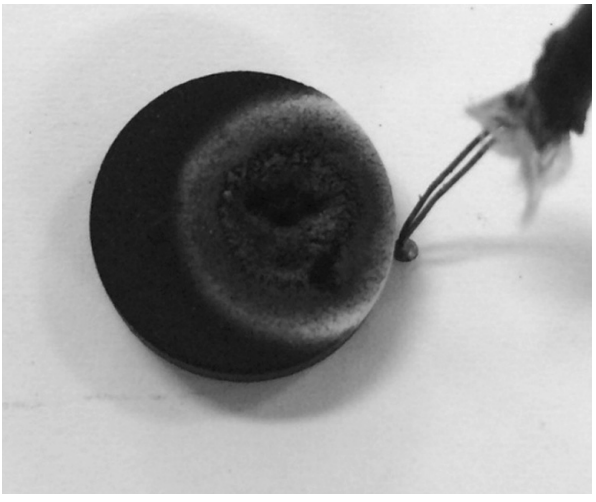
สุดท้ายเมื่อทำการยิงแสงเลเซอร์ลงบนถ่านกัมมันต์ พบว่าในตอนเริ่มยิงแสงเลเซอร์บริเวณผิวของถ่านกัมมันต์ที่โดนแสงเลเซอร์จะเริ่มมีสีแดงจากนั้นจะเกิดการลุกไหม้แต่ไม่รุนแรงเหมือนถ่านไม้ และไม่ได้ยินเสียงปะทุเหมือนตอนเผาถ่านไม้ และเมื่อครบ 1 นาที ในการยิงแสงเลเซอร์พบว่าขอบของรอยที่ไหม้บนผิวถ่านกัมมันต์นั้นจะมีสีขาว โดยได้แสดงภาพการยิงแสงเลเซอร์ลงบนถ่านไม้ดังรูปที่ 9 - 11



รูปที่ 9 ถ่านกัมมันต์ก่อนการยิงแสงเลเซอร์



รูปที่ 10 ถ่านกัมมันต์ระหว่างการยิงแสงเลเซอร์



รูปที่ 11 ถ่านกัมมันต์หลังจากการยิงแสงเลเซอร์

จากรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าบริเวณโดยรอบเกิดเป็นรอยสีขาวอันเกิดจากการที่ถ่านกัมมันต์นี้ถูกเผาไหม้ด้วยแสงเลเซอร์ในบรรยากาศปกติ ทำให้เกิดการสันดาปเป็นผงสีขาว และเมื่อใช้วัสดุปลายแหลมสะกิดลงบนผิวของถ่านกัมมันต์ที่ถูกแสงเลเซอร์ยิงพบว่ามีอนุภาคขนาดเล็กสีดำคล้ายผงแป้งหลุดออกมา โดยขนาดอนุภาคที่หลุดออกมานั้นเป็นอนุภาคที่มีขนาดใกล้เคียงกันมากจนไม่สามารถแยกแยะด้วยตาเปล่าได้

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะใช้ถ่านกัมมันต์มาเป็นวัสดุในการทดลองตอนต่อไป ต้องพิจารณาถึงรอยสีขาวอันน่าจะเกิดจากการใช้พลังงานของแสงเลเซอร์สูง และใช้เวลาในการยิงนาน

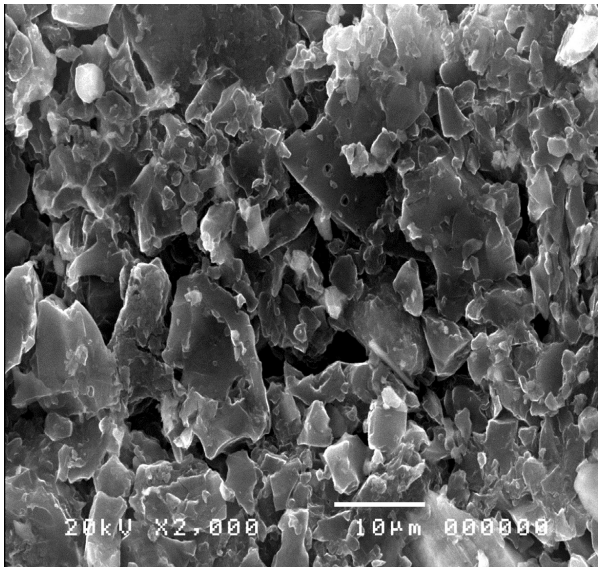
เกินไป เมื่อลดพลังงานของแสงเลเซอร์และใช้เวลาในการยิงแสงเลเซอร์ให้น้อยลงน่าจะส่งผลให้รอยสีขาวนี้ลดลงได้

จึงสรุปผลได้ว่าถ่านกัมมันต์มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนโดยการยิงแสงเลเซอร์ในสภาวะบรรยากาศปกติ มากกว่าแกรไฟต์และถ่านไม้ โดยต้องทำการลดกำลังของแสงเลเซอร์ลงให้ต่ำกว่า 40 วัตต์ และใช้เวลาในการยิงแสงเลเซอร์ให้น้อยกว่า 1 นาที

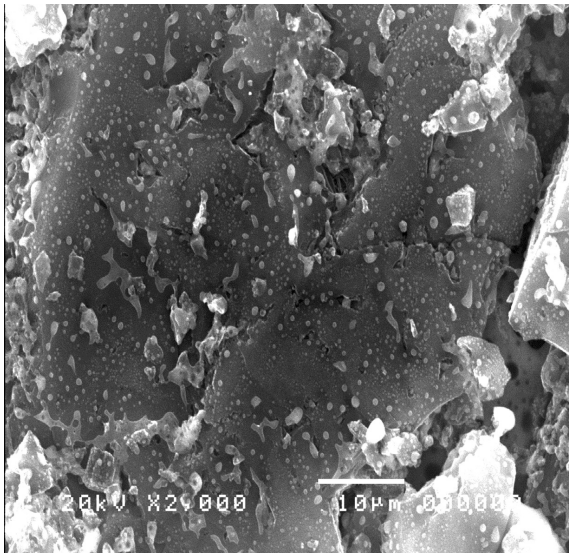
- ผลการทดลองเตรียมวัสดุนาโนคาร์บอนโดยการประยุกต์ใช้เลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าเมื่อใช้ถ่านกัมมันต์เป็นสารเป้า กำลังแสงเลเซอร์ 20 วัตต์ และยิงแสงเลเซอร์ลงบนสารเป้าเป็นเวลา 15 วินาที จะทำให้ได้อนุภาคนาโนคาร์บอนที่เกิดบนผิวหน้าของถ่านกำมันดังภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในรูปที่ 12 และ 13 โดยอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุดประมาณ 20 นาโนเมตร

จากนั้นนำสารเป้าและอนุภาคนาโนคาร์บอนที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS พบว่า อัตราส่วนประกอบธาตุของสารเป้ามีธาตุคาร์บอน (59.14%) และออกซิเจน (34.36%) สูง และปรากฏธาตุอะลูมิเนียม (1.84%) และซิลิกอน (4.66%) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับส่วนประกอบธาตุของอนุภาคนาโนคาร์บอนที่มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน (60.74%) ออกซิเจน (30.27%) อะลูมิเนียม (2.42%) และซิลิกอน (6.57%)

ทั้งนี้สารเป้าจะมีปริมาณธาตุออกซิเจนสูงเนื่องมาจากสมบัติโดดเด่นของถ่านกัมมันต์ที่มีความสามารถในการดูดความชื้นสูงทำให้มีโมเลกุลของน้ำ (H_2O) แทรกอยู่จึงพบปริมาณธาตุออกซิเจน



รูปที่ 12 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผิวถ่านกัมมันต์ที่ไม่ผ่านการยิงด้วยแสงเลเซอร์



รูปที่ 13 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผิวถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการยิงด้วยแสงเลเซอร์กำลัง 20 วัตต์ เวลาที่ใช้ในการยิงแสงเลเซอร์ 15 วินาที

มาก แต่เมื่อผ่านการยิงด้วยแสงเลเซอร์ที่ใช้กำลังและเวลาที่ใช้ในการยิงที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการระเหยของน้ำที่แทรกอยู่ในถ่านกัมมันต์ออกไป ทำให้บริเวณที่เกิดอนุภาคนาโนคาร์บอนมีปริมาณธาตุออกซิเจนลดลง แต่ระหว่างการยิงแสงเลเซอร์นั้นจะทำให้เกิดพลังงานสูงจนทำให้คาร์บอนและออกซิเจนระเหยออกไปเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ แก๊สออกซิเจน และน้ำ ทำให้การวิเคราะห์แสดงผลว่าบริเวณที่เกิดอนุภาคนาโนคาร์บอนที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางลำแสงเลเซอร์มีปริมาณธาตุอะลูมิเนียมกับซิลิกอนสูงขึ้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่าอนุภาคที่แสดงในรูปที่ 13 เป็นอนุภาคของธาตุคาร์บอน

สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนโดยการประยุกต์ใช้เลเซอร์ชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเลือกใช้วัสดุที่หาง่ายและมีราคาไม่แพง 3 ชนิด คือ แกรไฟต์ ถ่านไม้ และถ่านกัมมันต์ พบว่าวัสดุที่มีความเป็นไปได้และเหมาะสมต่อการนำไปใช้เตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอน คือถ่านกัมมันต์ ส่วนแกรไฟต์มีโครงสร้างผลึกที่อัดแน่นไม่สามารถทำการหลอมเหลวด้วยแสงเลเซอร์ได้ จึงไม่เหมาะที่จะใช้แกรไฟต์มาเตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนในสภาวะบรรยากาศปกติ และถ่านไม้มีรูพรุนสูงมากเผาไหม้ง่ายทำให้เกิดเถ้ามาก จึงไม่เหมาะต่อการนำมาใช้เตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนเช่นกัน

เมื่อนำถ่านกัมมันต์มาเป็นเป้าสำหรับใช้เตรียมอนุภาคนาโนคาร์บอนด้วยกำลังแสงเลเซอร์ที่ 20 วัตต์ และยิงแสงเลเซอร์ลงบนสารเป้าเป็นเวลา 15 วินาที ทำให้ได้อนุภาคนาโนคาร์บอนที่มีขนาดเล็กที่สุดโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 นาโนเมตร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ดำเนินตามแนวนโยบาย 1 สาขา 1 งานวิจัย โดยเป็นความร่วมมือภายในสาขาวิชาฟิสิกส์ โดยได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ตามสัญญาเลขที่ 21.01/2558 นักวิจัยจึงขอขอบคุณหน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

วุฒิชัย แพงาม, และเจษฎา ประทุมสิทธิ์. (2557). การสร้างระบบสุญญากาศจากปั๊มกลโรตารีและปั๊มแบบแพร่ไอน้ำมัน. **วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9**(2), 27-43.

Daneshmand, F. (2014). Combined strain-inertia gradient elasticity in free vibration shell analysis of single walled carbon nanotubes using shell theory. **Applied Mathematics and Computation, 243**, 856-869.

Phae-ngam, W., Kosalathip, V., Kumpeerapun, T., Limsuwan, P., and Dauscher, A. (2011). Synthesis and characterize of $Bi_{0.6}Sb_{1.4}Te_3$ nano-particles from long pulsed laser ablation. **Journal of Applied Sciences, 11**(21), 3625-3629.

Phae-Ngam, W., Suchat, S., Kumpeerapun, T., and Kosalathip, V. (2014). Influence of air annealing on the structural, morphology and optical properties of ZnSe thin films by CW-CO_2 laser evaporation. **Advanced Materials Letters, 5**(9), 496-500.

Song, M., Seo, H.K., Ameen, S., Akhtar, M.S., and Shin, H.S., (2014). Low Resistance Transparent Graphene-Like Carbon Thin Film Substrates for High Performance Dye Sensitized SolarCells. **Electrochimica Acta, 115**, 559-565.