ศราวุฒิ นาถาบำรุง : การปรับปรุงสมบัติทางเคมีไฟฟ้าของกราฟีนออกไซด์ด้วยการใช้เลเซอร์สีม่วง (IMPROVEMENT OF INTRINSIC AND SURFACE PROPERTIES OF GRAPHENE OXIDE MATERIALS FOR SUPERCAPACITORS APPLICATIONS). อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล, 158 หน้า

งานวิจัยนี้เสนอการปรับปรุงและพัฒนาวัสดุกราฟีนออกไซด์เพื่อใช้เป็นขั้วอิเล็กโทรดของตัวเก็บประจุแบบยิ่งยวด ซึ่งถูกแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกกระบวนการที่การปรับปรุงคุณสมบัติเนื้อสารของวัสดุกราฟีนออกไซด์ให้มีความนำไฟฟ้าที่ดีขึ้น รวมไปถึงเพิ่มหมู่ฟังก์ชันโดยผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล (hydrothermal) ร่วมกับการใช้ยูเรีย (CH_4N_2O) เพื่อเป็นวัสดุที่ให้ธาตุไนโตรเจนเจือวัสดุกราฟีนออกไซด์ (N-rGOY) ซึ่งผลการประเมินค่าประสิทธิภาพของตัวเก็บประจุแบบยิ่งยวดที่ใช้ขั้วอิเล็กโทรดที่ไม่เจือเทียบกับการเจือไนโตรเจนมีค่าความจุไฟฟ้าเชิงน้ำหนักเพิ่มจาก 25 และ 156 ฟารัดต่อกรัม ตามลำดับ และยังคงรักษาประสิทธิภาพหลังการอัดและคายประจุ 10,000 รอบ ได้มากกว่าร้อยละ 97 มากกว่านั้นยังช่วยลดอัตราการคายประจุเองอีกด้วย ซึ่งถูกอธิบายผ่านการทำให้เกิดการเจือของไนโตรเจนในโครงสร้างของวัสดุกราฟีนออกไซด์ ที่ถูกตรวจสอบโดยเครื่องมือวิเคราะห์วัสดุนาโนโดยเทคนิคสเปกโทรสโกปีโฟโตอิเล็กตรอนด้วยรังสีเอกซ์คือ quaternary/graphitic-N ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการนำไฟฟ้าผ่านข้อมูลอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปีเชิงเคมีไฟฟ้า และ pyridinic-N กับ pyrrolic-N ที่ช่วยในการเกิด pseudocapacitance ผ่านข้อมูลจากไซคลิกโวลแทมเมตรีและกัลวาโนสแตติกชาร์จ/ดิสชาร์จซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาตัวเก็บประจุแบบยิ่งยวด แต่ยังคงไว้ซึ่งลักษณะโครงสร้างของกราฟีนออกไซด์ผ่านข้อมูลโครงสร้าง sp^2 และ I_D/I_G จากข้อมูลจากรามานสเปกโทรสโคป และคุณสมบัติการชอบน้ำที่มากขึ้นจากลดลงของมุมสัมผัสของอิเล็กโทรไลท์

ในขั้นที่สองคือการปรับปรุงพื้นผิวของขั้วอิเล็กโทรดโดยการฉายด้วยแสงเลเซอร์สีม่วง (N-rGOY-VX) ซึ่งในการทดลองจะแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของจำนวนรอบของการฉายแสงหรือเวลาในการฉายแสงและความเข้มแสง (intensity) ต่อทั้งขั้วอิเล็กโทรดที่เจือและไม่เจือด้วยไนโตรเจน ซึ่งจากผลการทดลองผลของแสงเลเซอร์สีม่วงที่ส่งผลการพัฒนาชัดเจนผ่านจากจ่ายความต่างศักย์ประมาณ 7-10.2 โวลต์และจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าสูงสุดที่ได้จากค่าความจุไฟฟ้าเชิงน้ำหนักเพิ่มคือ 214 ฟารัดต่อกรัม และยังคงรักษาประสิทธิภาพได้มากกว่าร้อยละ 94 การใช้งานผ่านการ อัดและคายประจุ 10,000 รอบ มากกว่านั้นยังช่วยลดอัตราการคายประจุเองอีก ซึ่งถูกอธิบายผ่านความสามารถในการนำไฟฟ้าที่ดีขึ้นผ่านข้อมูลอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปีเชิงเคมีไฟฟ้า การเกิดการลอกของแผ่นกราฟีนออกไซด์ที่เคยซ้อนทับกันผ่านข้อมูลจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเทคนิคเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน และข้อมูลจากเทคนิคสเปกโทรสโกปีโฟโตอิเล็กตรอนด้วยรังสีเอกซ์และรามานสเปกโทรสโคปแสดงให้เห็นการลดลงของหมู่ฟังก์ชันออกซิเจนจากโครงสร้างของกราฟีนออกไซด์

(reduced graphene oxide) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีหลักฐานของการกลับไปสร้างพันธะ C=C อีกครั้ง (reestablishment) ซึ่งเป็นโครงสร้างของกราฟีน (graphene) หลังจากการหลุดออกของหมู่ฟังก์ชันออกซิเจน ผ่านการมีค่าสัดส่วนโครงสร้าง sp^2 ที่เพิ่มขึ้น ค่า I_D/I_G และ $I_{D''}/I_G$ ที่ลดลง และการแสดงการเปลี่ยนจากสภาพโครงสร้างอสัณฐาน (amorphous) กลายเป็นสภาพโครงสร้างแบบผลึก (crystalline) มากขึ้นผ่านจากขยับของพีค G ไปยังค่าเลขคลื่นที่น้อยลง

และที่สำคัญยังมีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ในเชิงอุตสาหกรรมเพราะไม่ได้มีการเปลี่ยนระบบการผลิตของตัวเก็บประจุแบบยิ่งยวดในปัจจุบัน เพียงแต่มีการเพิ่มกระบวนการในการเตรียมขั้วอิเล็กโทรดก่อนการขึ้นรูปเซลล์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

SARAWUDH NATHABUMROONG : ENHANCEMENT OF ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF GRAPHENE OXIDE BY VIOLET LASER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRAYOON SONGSIRIRITTHIGUL, Ph.D. 158 PP.

GRAPHENE OXIDE / VIOLET LASER

. In this thesis, we have proposed two steps to enhance the electrochemical properties of graphene oxide (GO) for use as supercapacitor (SC) electrode material.Firstly, GO was reduced and doped with different concentrations of nitrogen by using a simple hydrothermal method. The highest specific capacitance of 156 F g^{-1} was reached for the prepared nitrogen doped reduced graphen oxide (N-rGO) with urea content of 40% (w/v)compared to 25 F g^{-1} for undoped. It was also found that it can maintain a capacitive retention of 97% after charge-discharge for 10,000 cycles. The prepared N-rGO samples were characterized by Raman spectroscopy, Fourier-transform infrared (FT-IR), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The results indicated the successful of reduction and in corporation of nitrogen, including, quaternary/graphitic-N, pyridinic-N and pyrrolic-N in the structure. This results in enhancing of the electrical conductivity, wettability, and providing additional pseudocapacitive charge storage mechanism.

Secondly, the surface of N-rGO was irradiated with violet laser at a wavelength of 405 nm. This was performed by using our in-house laser scribing machine adapted from a commercial 3D printer. After the surface irradiation, the highest specific capacitance was enhanced up to a value of 214 F g^{-1}, 48% as compared with non-treated electrode. The capacitive retention maintained at 94% after charge-discharge for 10,000 cycles

Moreover, enough intensity are controlled via applying voltage for 7-10.2 V and increasing of repeating cycle of VLT to 5 cycles prefer to useful because characterization showed surface exfoliation, higher d-spacing via scanning electron microscopy and X-ray diffraction, surface transformation from amorphous to more crystalline state via decreasing of I_D/I_G and $I_{D''}/I_G$, shifting of G band peak, more sp^2 hybridization state or reestablishment of sp^2 after reduced oxygen functional groups and decrease disorder state using X-ray photoelectron spectroscopy and Raman spectroscopy.

Moreover, these research methods could up scale to industry because there are not changing other parts in traditional process, just add more part for manufacturing.

.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics

Academic Year 2020

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-Advisor's Signature _____

Co-Advisor's Signature _____

Co-Advisor's Signature _____