

อุสเพีย บัจ : การเตรียม โครงสร้างและสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของเส้นใยนาโนคาร์บอน
เตรียมด้วยเทคนิคอิเล็กโตรสปินนิงแบบแกนใน-เปลือกนอก (PREPARATION,
STRUCTURE, AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF CARBON
NANOFIBERS FABRICATED BY CORE-SHELL ELECTROSPINNING
TECHNIQUE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สันติ แม้นศิริ, 283 หน้า.

เส้นใยนาโนฐานคาร์บอน/แกนใน-เปลือกนอก/อิเล็กโตรสปินนิง/สมบัติทางไฟฟ้าเคมี/เส้นใยนาโน
คาร์บอนที่เชื่อมต่อกันต่าง ๆ/แมงกานีสออกไซด์/ตัวเก็บประจุไฟฟ้ายิ่งยวด

งานนี้ได้รายงานการเตรียมเส้นใยนาโนคาร์บอนต่าง ๆ เส้นใยนาโนคาร์บอนที่เชื่อมต่อกัน
ต่าง ๆ และเส้นใยนาโนคอมโพสิตคาร์บอนแมงกานีสออกไซด์ต่าง ๆ ซึ่งถูกประดิษฐ์ด้วยเทคนิค
อิเล็กโตรสปินนิงแบบเดิมและแบบแกนใน-เปลือกนอกตามลำดับด้วยการใช้ทั้งความร้อนและการ
กระตุ้นด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ การเผาและกระบวนการกระตุ้นต่าง ๆ ของทุกตัวอย่างถูกทำที่
อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียสในก๊าซอาร์กอนและคาร์บอนไดออกไซด์ตามลำดับ สำหรับ IC-CNF
สัดส่วนโดยน้ำหนักของ PVP-PAN ถูกใช้เป็น PVP-PAN: 3-7 2-8 และ 1-9 ซึ่งถูกใช้เป็นสารละลาย
ตั้งต้นต่าง ๆ ของอิเล็กโตรสปินนิงพอลิเมอร์ผสมแบบหัวฉีดเดี่ยว นอกจากนี้ อิเล็กโตรสปินนิง
หัวฉีดแบบแกนใน-เปลือกนอกยังถูกใช้ในงานนี้ด้วย สำหรับเส้นใยแบบแกนใน-เปลือกนอกของ
เส้นใยนาโนแบบแกนใน-เปลือกนอกของคาร์บอนแมงกานีสออกไซด์คอมโพสิตต่าง ๆ สารละลาย
ของ PAN คือ สารละลายที่เป็นแกนใน ขณะที่ PAN ถูกผสมกับออกไซด์ของโลหะคือสารละลายที่
เป็นเปลือกนอก ด้วยการปรับเปลี่ยนสารละลายที่เป็นเปลือกนอกต่าง ๆ เราสามารถเตรียมได้
ตัวอย่างสามตัวอย่างที่แตกต่างไปตามสัดส่วนโดยน้ำหนักของแกนใน-เปลือกนอกเช่น 10-8 10-
9 และ 10-10 ในการวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ของวัสดุ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
ชนิดฟิวอิมิชชัน (FE-SEM) ได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเชื่อมต่อกันของเส้นใยกับเส้นใย อนุภาค
นาโนของแมงกานีสออกไซด์และลักษณะต่าง ๆ ของเส้นใย ลักษณะวิทยาของการเชื่อมต่อกัน
ของเส้นใยกับเส้นใยถูกพบในเส้นใยนาโนคาร์บอนแบบแกนใน-เปลือกนอกของ PVP-PAN/PAN-
PVP เท่านั้น ขณะที่ในการผสม PVP-PAN ไม่มี นอกจากนี้ ผลต่าง ๆ จาก FE-SEM นี้ ได้แสดงให้เห็น
เห็นเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดอนุภาคต่าง ๆ ซึ่งถูกสอดคล้องกับพื้นที่จำเพาะจากเทคนิค การดูด
ซับ/คายก๊าซไนโตรเจน เส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดนี้ถูกพบใน CNF การผสมกันของ PVP และ
PAN ด้วยเทคนิคพอลิเมอร์ผสมหรืออิเล็กโตรสปินนิงแบบแกนใน-เปลือกนอกสามารถลดขนาดเส้น
ผ่านศูนย์กลางของเส้นใย โครงสร้างต่าง ๆ ของเส้นใยแบบแกนใน-เปลือกนอกของคาร์บอน

แมงกานีสออกไซด์คอมโพสิตได้แสดงให้เห็นในภาพตัดขวางของเส้นใยต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงอนุภาคซึ่งอยู่ด้านบนบนเส้นใยนาโนคาร์บอนต่าง ๆ differential scanning calorimetry (DSC) และ thermogravimetric analysis (TGA) ได้แสดงสมบัติต่าง ๆ เกี่ยวกับความร้อนของทุกตัวอย่าง เทคนิควิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD) ได้แสดงคาร์บอนอสัณฐานเฟส โครงสร้างแกรไฟต์ และแมงกานีสออกไซด์ ขณะที่การวิเคราะห์รามานได้แสดงคุณภาพของคาร์บอนในตัวอย่างต่าง ๆ ประสิทธิภาพทางด้านไฟฟ้าเคมีถูกวัดในสารละลายโดยระบบสามขั้วในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 6 โมลาร์ C/MnO_x ได้แสดงค่าการเก็บประจุจำเพาะที่มากที่สุดเท่ากับ 213.7 ฟารัดต่อกรัมที่ความหนาแน่นกระแส 0.5 แอมแปร์ต่อกรัม ด้วยความหนาแน่นพลังงาน 30 มิลลิวัตต์ชั่วโมงต่อกรัมที่ความหนาแน่นกำลัง 249 มิลลิวัตต์ต่อกรัม และมีความเสถียร 97 เปอร์เซ็นต์ หลังจาก 1000 รอบ จากผลต่าง ๆ ที่ขยอเชื่อมโยงเหล่านี้จะเกิดจากผลร่วมกันของพฤติกรรมต่าง ๆ ของ EDLCs และซูโดคาปาซิทีฟของ CNF และ MnO_x เนื่องจากมีค่าความต้านทานในการถ่ายเทประจุที่ต่ำและมีพื้นที่ผิวที่สูง



สาขาวิชาฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนักศึกษา Ouksaphea Pech
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Ob

OUKSAPHEA PECH : PREPARATION, STRUCTURE, AND
ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF CARBON NANOFIBERS
FABRICATED BY CORE-SHELL ELECTROSPINNING TECHNIQUE.
THESIS ADVISOR : PROF. SANTI MAENSIRI, D.Phil. 283 PP.

CARBON-BASED NANOFIBERS/CORE-SHELL
ELECTROSPINNING/ELECTROCHEMICAL PROPERTY/INTERCONNECTED
CARBON NANOFIBERS/MANGANESE OXIDE/SUPERCAPACITOR

This work reported the preparation of carbon nanofibers (CNFs), interconnected carbon nanofibers (ICNFs), and carbon-manganese oxide composite nanofibers (C/MnO_x) fabricated by a conventional and a core-shell electrospinning technique, respectively, with the combination of heat treatment and CO₂-activation process. The calcination and activation processes of all samples were performed at the temperature of 900°C in the argon and CO₂, respectively. For IC-CNF, the PVP-PAN weight ratios were varied as PVP-PAN: 3-7, 2-8, and 1-9 applied in the precursor solutions of the single-nozzle polymer-blend electrospinning. Moreover, the core-shell nozzle electrospinning was also used for this case. For carbon manganese oxide composite core-shell nanofibers, the PAN solution was a core solution, while the PAN mixed with metal oxide was a shell solution. By varying the shell solutions, we can get three different samples based on the weight ratios of core-shell, i.e. 10-8, 10-9, and 10-10. Concerning material characterizations, the field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) revealed the fiber-fiber interconnection patterns, the manganese oxide nanoparticles, and other fiber morphologies. Moreover, the fiber-fiber interconnection

morphologies were observed in PVP-PAN/PAN-PVP core-shell based carbon nanofibers only, while the PVP-PAN blend did not. Furthermore, the FE-SEM results also exhibited the fiber diameters and particle sizes, which were consistent with the specific areas obtained from the N_2 -adsorption/desorption techniques. As a result, the biggest diameter was observed in CNF; and the mixture of PVP and PAN via polymer blend or core-shell electrospinning could reduce the sizes of fiber diameters. Besides, the structures of carbon-manganese oxide composite core-shell nanofibers were revealed by the cross-sectional images of the fibers, which displayed the particles staying outside on the carbon nanofibers. Furthermore, the differentiate-canning calometry (DSC) and the thermogravimetric analysis (TGA) displayed the thermal properties of all samples. In addition, X-ray diffraction techniques (XRD) presented the phases of amorphous carbon, graphite structure, and manganese oxides, while the Raman analysis determined the carbon qualities in the samples. Additionally, the electrochemical performances were measured by three-electrode system in 6 M KOH aqueous electrolyte. Thus, the C/MnO_x exhibited the greatest specific capacitance of 213.7 F g⁻¹ at the current density of 0.5 A g⁻¹ with the energy density of 30 W h kg⁻¹ at the power density of 249 W kg⁻¹ and the great cycling stability of 97% after 1000 cycles. These great results might be caused by the synergistic effect of EDLCs and pseudocapacitive behaviors of CNF and MnO_x because of the low charge transferred resistance and high surface area.

School of Physics

Academic Year 2018

Student's Signature Onksaphea Pech

Advisor's Signature 