

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5980001
ชื่อโครงการ: การประดิษฐ์และสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของโครงสร้างนาโนคอมโพสิต
แอคทิเวตคาร์บอน/แมงกานีสเฟอไรต์สำหรับอุปกรณ์กักเก็บพลังงาน
ชื่อนักวิจัย: สุกัญญา นิลม่วง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
E-mail Address: sukanya.ni@rmuti.ac.th
ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประดิษฐ์ ศึกษาคุณลักษณะ และสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของเส้นใยนาโนคาร์บอนคอมโพสิตกับอนุภาคเฟอไรต์ จำนวน 2 กลุ่มคือ (1) เส้นใยนาโนคาร์บอนคอมโพสิตกับแมงกานีสเฟอไรต์ (CNF/MnFe₂O₄) และ (2) เส้นใยคาร์บอนรูพรุนคอมโพสิตกับคอปเปอร์แมงกานีสเฟอไรต์ (ACNF/Cu_xMn_{1-x}Fe₂O₄) โดยกระบวนการประดิษฐ์ใช้เทคนิคการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสลับร่วมกับการคาร์บอนไนเซชัน ในสารกลุ่มที่ 1 และเพิ่มกระบวนการแอคทิเวชันเพื่อให้เกิดรูพรุนในสารกลุ่มที่ 2 สารตัวอย่างที่ได้ถูกนำไปศึกษาคุณลักษณะโดยเทคนิค XRD, FE-SEM, BET, TGA, XPS และ XAS สมบัติทางไฟฟ้าเคมีถูกศึกษาโดยใช้เทคนิค CV, GCD และ EIS ผลการศึกษาพบว่า สำหรับสารตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เมื่อทำการเปลี่ยนอุณหภูมิการคาร์บอนไนเซชันตั้งแต่ 500 ไปจนถึง 700 องศาเซลเซียส MnFe₂O₄ มีโครงสร้างเป็น อินเวอร์สสปรินเกลเฟอไรต์ โดยเหล็กและแมงกานีสแสดงเลขออกซิเดชัน 3⁺ และ 2⁺ ตามลำดับ ขนาดของผลึก พื้นที่ผิว ปริมาณคงเหลือของ MnFe₂O₄ และอัตราส่วนของ Mn ions ใน tetrahedral site เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการคาร์บอนไนเซชัน โดยตัวอย่างที่มีพื้นที่ผิวสูงที่สุด มีขนาดของผลึกใหญ่ที่สุด มีปริมาณคงเหลือของ MnFe₂O₄ มากที่สุด และมีสัดส่วนของ Mn²⁺ ใน tetrahedral site มากที่สุด มีการกักเก็บประจุได้มากที่สุด จากการทดลองพบว่า ค่าการความจุเฉพาะสูงสุดจากเทคนิค CV คือ 345 Fg⁻¹ ที่อัตราการแสกน 2 mVs⁻¹ และค่าสูงสุดจากเทคนิค GCD คือ 291.87 Fg⁻¹ ที่ความหนาแน่นกระแส 5 Ag⁻¹ สำหรับสารตัวอย่างในกลุ่มที่สอง ได้ศึกษาพฤติกรรมทางไฟฟ้าเคมีโดยทำการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ 'x' (0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8) พบว่าค่าความจุเฉพาะสูงสุดจากเทคนิค CV คือ 384 F/g ที่ 2 mV/s และจากเทคนิค GCD คือ 314 F/g ที่ 2 A/g ถูกพบในขั้วไฟฟ้าเคมีที่ x = 0.2 ส่วนการรองลงมาคือ 235 F/g ที่ 2 mV/s จากเทคนิค CV และ 172 F/g ที่ 2 A/g จากเทคนิค GCD ถูกพบในขั้วไฟฟ้า x = 0.8. โดยมีค่าความหนาแน่นพลังงานที่สอดคล้องกันคือ 74 และ 41 Wh/kg ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ความเสถียรของตัวอย่างที่เตรียมได้ขึ้นอย่างมากกับปริมาณของคาร์บอน ในขณะที่ค่าความจุเฉพาะเพิ่มสูงขึ้นในตัวอย่างที่มีปริมาณคาร์บอนกับคอปเปอร์แมงกานีสเฟอไรต์ใกล้เคียงกัน น่าจะเนื่องจาก synergetic effect ระหว่าง CuMnFe₂O₄ และ ACNF พฤติกรรมทางไฟฟ้าเคมีของสารตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่เตรียมได้ดังกล่าว บ่งชี้ถึงศักยภาพในการนำวัสดุคอมโพสิตระหว่างเส้นใยนาโนคาร์บอนกับแมงกานีสเฟอไรต์ไปประยุกต์ใช้ทำเป็นวัสดุขั้วสำหรับอุปกรณ์กักเก็บพลังงาน

คำหลัก : เส้นใยนาโนคาร์บอนคอมโพสิต แมงกานีสเฟอไรต์ คอปเปอร์แมงกานีสเฟอไรต์ อิเล็กโตรสปีนนิ่ง ตัวเก็บประจุไฟฟ้ายิ่งยวด

Abstract

Project Code:	TRG5980001
Project Title:	Fabrication and electrochemical properties of activated CNF/MnFe ₂ O ₄ composite nanostructures for energy storage devices
Investigator:	Sukanya Nilmourng Rajamangala University of Technology Isan
E-mail Address:	sukanya.ni@rmuti.ac.th
Project Period:	2 years

This work reports the fabrication, characterization and electrochemical properties of two groups of materials (i) carbon nanofibers composited with manganese ferrite (CNF/MnFe₂O₄) and (ii) activated carbon nanofibers composited with copper manganese ferrite (ACNF/Cu_xMn_{1-x}Fe₂O₄: x = 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8) nanostructures. The obtained samples were characterized by means of X-ray diffraction (XRD), field emission scanning electron microscopy (FE-SEM), Brunauer-Emmett-Teller analyzer (BET), thermal gravimetric analysis (TGA), X-ray photoemission spectroscopy (XPS) and X-ray absorption spectroscopy (XAS). The electrochemical properties were investigated using cyclic voltammetry (CV), galvanostatic charge-discharge (GCD), and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). For the first group of prepared materials: the local structure of MnFe₂O₄ was found to be partial inverted spinel ferrite with oxidation state of Fe³⁺ and Mn²⁺ after increased the carbonization temperature from 500 to 700. The crystallite size, surface area, residual content of MnFe₂O₄, and fraction of Mn ions in tetrahedral site increased with increasing of carbonization temperature. The benefits of sample with maximum surface area, largest crystallite size, highest residual content of MnFe₂O₄ and high fraction of Mn²⁺ in tetrahedral site leading to enhanced energy storage. The maximum specific capacitance of 345 Fg⁻¹ at 2 mVs⁻¹ (using CV) and 291.87 Fg⁻¹ at 5 Ag⁻¹ (using GCD) were observed. For the second groups of prepared samples, the supercapacitive behavior of the electrodes is observed at various values of 'x' (0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8). The highest specific capacitance of 384 F/g at 2 mV/s using CV and 314 F/g at 2 A/g using GCD are obtained for the x = 0.2 electrode. The second one of 235 F/g at 2 mV/s using CV and 172 F/g at 2 A/g using GCD are observed for x = 0.8 electrode. The corresponding energy densities are 74 and 41 Wh/kg, respectively. It is observed that the cyclic stability of the prepared samples strongly depend on the amount of carbon, while the specific capacitance was enhanced by the sample with nearly proportional amount between carbon and CuMnFe₂O₄. Such results may arise from the synergetic effect between CuMnFe₂O₄ and ACNF. The fascinating electrochemical properties of all prepared sample make their potential a candidate for high performance energy storage devices.

Keywords: carbon nanofibers composite, manganese ferrite, copper-manganese ferrite, electrospinning, superconductor