

อรอุมา กาพหว่า : การประดิษฐ์ โครงสร้าง และสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของโครงสร้างนาโน
กลุ่มแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (FABRICATION, STRUCTURE, AND
ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF $MnCo_2O_4$ -BASED
NANOSTRUCTURE). อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สันติ แม่นศิริ, 230 หน้า.

อนุภาคนาโนกลุ่มแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์/เส้นใยนาโนกลุ่มแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์
/สมบัติเชิงเคมีไฟฟ้า/ตัวเก็บประจุยิ่งยวด

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมอนุภาคนาโนของกลุ่มแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ ($MnCo_2O_4$ และ $Mn_{1-x}M_xCo_2O_4$) เมื่อ $M = Ni$ และ Zn ($0.0 \leq x \leq 0.2$) โดยวิธีสารละลายพอลิเมอร์อย่างง่าย และเส้นใยนาโนของกลุ่มแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ ($MnCo_2O_4$ และ $Mn_{1-x}M_xCo_2O_4$) เมื่อ $M = Ni$ และ Zn ($0.0 \leq x \leq 0.2$) เตรียมโดยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง สารตัวอย่างที่เตรียมได้ถูกนำไปตรวจสอบโดยใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) กล้องจุลทรรศน์แบบส่องผ่าน (TEM) กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดชนิดฟิลด์อิมเมชัน (FESEM) เทคนิคสเปกโทรสโกปีการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (XAS) เทคนิคสเปกโทรสโกปีโฟโตอิเล็กตรอนด้วยรังสีเอกซ์ (XPS) และวัดพื้นที่ผิวจำเพาะด้วยเทคนิค Brunauer-emmett-teller (BET) นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเผาและปริมาณการแทนที่ของ Ni และ Zn ไอออนในโครงสร้างนาโนแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ที่มีต่อสมบัติเชิงไฟฟ้าเคมีของขั้วไฟฟ้าที่เตรียมได้จากวัสดุกลุ่มนาโนแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ ซึ่งสมบัติเชิงไฟฟ้าเคมีได้ถูกศึกษาโดยเทคนิค Cyclic voltammetry (CV) Galvanostatic charge/discharge (GCD) และอิเล็กโทรเคมีคัลอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปี (EIS)

จากผลการทดลองพบว่าอนุภาคนาโนกลุ่ม $MnCo_2O_4$ และเส้นใยนาโนกลุ่ม $MnCo_2O_4$ มีโครงสร้างแบบลูกบาศก์ มีขนาดอนุภาค 30 ถึง 200 นาโนเมตรและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200-400 นาโนเมตร ตามลำดับ จากการศึกษาด้วยเทคนิค XANES และ XPS สามารถระบุสถานะเลขออกซิเดชันของ Mn^{3+}/Mn^{4+} และ Co^{2+}/Co^{3+} ในทุกตัวอย่าง และ Ni^{2+} และ Zn^{2+} พบในตัวอย่าง $MnCo_2O_4$ เจือด้วย Ni และ Zn ตามลำดับ จากการศึกษาสมบัติเชิงเคมีไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้าที่ประดิษฐ์ได้ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 โมลาร์ โดยใช้ระบบสามขั้วไฟฟ้า พบว่ามีการเก็บประจุโดยกระบวนการแบบประจุแฝง (pseudocapacitive) ของอนุภาคนาโนของโลหะ และโลหะออกไซด์ในแต่ละขั้วไฟฟ้า ในอนุภาคนาโนกลุ่ม $Mn_{1-x}M_xCo_2O_4$ เมื่อ $M = Ni$ และ Zn พบว่าขั้วไฟฟ้าเตรียมจาก $Mn_{0.85}Ni_{0.15}Co_2O_4$ ให้ค่าความจุไฟฟ้าจำเพาะ 378 F/g ที่ความหนาแน่นกระแส 1 A/g เนื่องจากตัวอย่างนี้มีขนาดของพื้นที่ผิวจำเพาะที่ใหญ่กว่าตัวอย่างอื่น ๆ

ซึ่งจะทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างอิเล็กโทรไลต์กับขั้วไฟฟ้าสำหรับการเกิดปฏิกิริยารี-ดอกซ์เพิ่มมากขึ้น และขั้วไฟฟ้าที่เตรียมจากเส้นใยนาโน $Mn_{0.85}Ni_{0.15}Co_2O_4$ ให้ค่าความจุไฟฟ้าจำเพาะ 280 F/g ที่ความหนาแน่นกระแส 1 A/g สมบัติที่น่าสนใจอีกประการคือวัสดุเหล่านี้สามารถรักษาความสามารถของการคายประจุได้มากกว่าร้อยละ 70 หลังการทดสอบการคายประจุจำนวน 1000 รอบ



สาขาวิชาฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา อรุณ ทรัพย์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.อ.อ.

ORNUMA KALAWA : FABRICATION, STRUCTURE, AND
ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF MnCo_2O_4 -BASED
NANOSTRUCTURES. THESIS ADVISOR : PROF. SANTI MAENSIRI,
D.Phil. 230 PP.

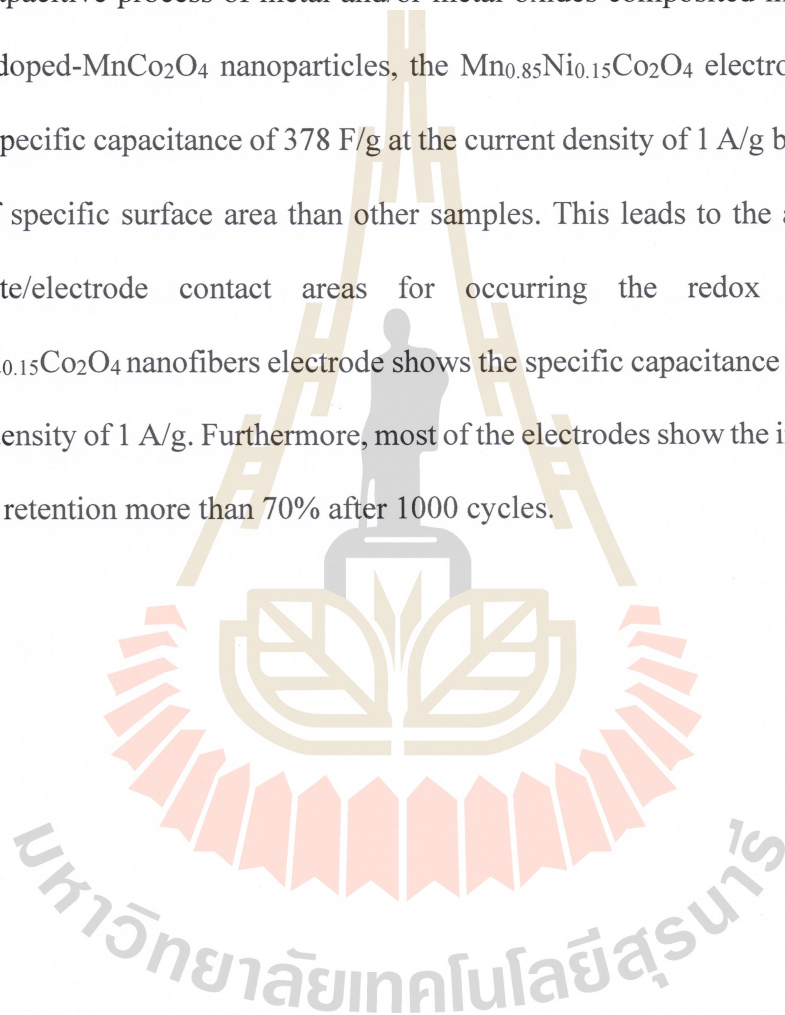
MnCo_2O_4 -BASED NANOPARTICLES/ MnCo_2O_4 -BASED NANOFIBERS
/ELECTROCHEMICAL PROPERTIES/SUPERCAPACITOR

In this work, the pure MnCo_2O_4 and $\text{Mn}_{1-x}\text{M}_x\text{Co}_2\text{O}_4$ where $\text{M} = \text{Ni}$ and Zn ($0.0 \leq x \leq 0.2$) nanoparticles were prepared by a facile a simple polymer solution method, while the pure MnCo_2O_4 and $\text{Mn}_{1-x}\text{M}_x\text{Co}_2\text{O}_4$ nanofibers where $\text{M} = \text{Ni}$ and Zn ($0.0 \leq x \leq 0.2$) were fabricated by electrospinning technique. The obtained samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), transmission electron microscopy (TEM), field emission scanning electron microscopy (FESEM), X-ray absorption near edge structure (XANES), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), and Brunauer-Emmett-Teller (BET) techniques. The effects of calcination temperature and Ni and Zn ions substitution in MnCo_2O_4 nanostructures on the electrochemical properties of the MnCo_2O_4 nanostructures were investigated. The electrochemical performance was examined by cyclic voltammetry (CV), galvanostatic current charge-discharge and electrochemical impedance spectroscopy (EIS).

The XRD and TEM results reveal that the MnCo_2O_4 -based nanoparticles and MnCo_2O_4 -based nanofibers have a cubic structure with particle sizes of between 30 to 200 nm and diameters of 200-400 nm, respectively. The XANES and XPS have confirmed the mixed valence state of $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ and $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ in all samples.

Moreover, Ni^{2+} and Zn^{2+} were observed in the Ni-doped MnCo_2O_4 and Zn-doped MnCo_2O_4 nanostructures.

The electrochemical properties were performed on all samples by using a three-electrode cell system in 6.0 M KOH electrolyte. All the electrodes stored the charge by pseudocapacitive process of metal and/or metal oxides composited in each electrode. For the doped- MnCo_2O_4 nanoparticles, the $\text{Mn}_{0.85}\text{Ni}_{0.15}\text{Co}_2\text{O}_4$ electrode provides the highest specific capacitance of 378 F/g at the current density of 1 A/g because it has the larger of specific surface area than other samples. This leads to the augmentation of electrolyte/electrode contact areas for occurring the redox reactions. The $\text{Mn}_{0.85}\text{Ni}_{0.15}\text{Co}_2\text{O}_4$ nanofibers electrode shows the specific capacitance of 208 F/g at the current density of 1 A/g. Furthermore, most of the electrodes show the imposing cycling capacity retention more than 70% after 1000 cycles.



School of Physics

Academic Year 2019

Student's Signature

Ornoma Kalawa

Advisor's Signature

[Signature]