

จุล่ง เวียน : โครงสร้าง และสมบัติทางเคมีไฟฟ้าของอนุภาคนาโนกลุ่มซิลเวอร์เฟอร์ไรต์
เตรียมโดยวิธีการตกตะกอนร่วม (STRUCTURE AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES
OF AgFeO₂-BASED NANOPARTICLES PREPARED BY CO-PRECIPIATION METHOD)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สันติ แม้นศิริ, 142 หน้า.

คำสำคัญ : สมบัติทางเคมีไฟฟ้า/อนุภาคนาโนกลุ่มซิลเวอร์เฟอร์ไรต์/วิธีการตกตะกอนร่วม/เทคนิค
การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์/เทคนิคการดูดซับแก๊ส

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมอนุภาคนาโนกลุ่มซิลเวอร์เฟอร์ไรต์ AgFeO₂ และ AgFe_{1-x}M_xO₂ (M = Co และ Ni) ที่ x = 0.00 0.05 0.10 0.15 และ 0.20 โดยใช้วิธีการตกตะกอนร่วมเทคนิคการ
เลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) เทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และเทคนิค
กล้องจุลทรรศน์แบบส่องผ่าน (TEM) ถูกนำไปใช้ศึกษาโครงสร้างผลึก และลักษณะสัณฐานวิทยาของ
อนุภาคนาโนกลุ่มซิลเวอร์เฟอร์ไรต์ ที่เตรียมได้ สถานะทางประจุและองค์ประกอบทางเคมีของสาร
ตัวอย่างถูกวัดโดยเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (XANES) และเทคนิคสเปกโทรสโกปีโฟโตอิเล็กตรอน
ด้วยรังสีเอกซ์ (XPS) เทคนิคการดูดซับแก๊สถูกนำไปตรวจสอบพื้นผิวจำเพาะ การแจกแจงทาง
ปริมาตรของรูพรุน และการแจกแจงทางขนาดของรูพรุนโดยวิธีการ BET และ BJH ผลของอุณหภูมิ
ต่าง ๆ ในการเผา และปริมาณของการแทนที่ของ Co และ Ni ไอออนในโครงสร้างนาโนซิลเวอร์เฟอร์
ไรต์ต่อสมบัติทางเคมีไฟฟ้าถูกทำการศึกษา นอกจากนี้เทคนิค CV เทคนิคการชาร์จและดิสชาร์จแบบ
ใช้กระแสคงที่ (Galvanostatic charge-discharge) และเทคนิคสเปกโทรสโกปีอิมแพคเด้นซ์อิเล็กโทร
เคมีคัล (EIS) ถูกนำไปใช้ในการทดสอบสมบัติทางเคมีไฟฟ้าของสารตัวอย่างด้วยการทดลองโดยใช้
ระบบสามขั้วและสารละลาย KOH ความเข้มข้น 3M เป็นตัวอิเล็กโทรไลต์

จากผลของ XRD และ TEM พบว่าสารตัวอย่างที่เตรียมได้ทั้งหมดมีโครงสร้างผลึกแบบผสม
ระหว่าง rhombohedral 3R-AgFeO₂ และ hexagonal polytype 2H-AgFeO₂ สำหรับการศึกษา
โครงสร้างนาโน AgFeO₂ ที่เจือด้วย Co และ Ni ไม่มีการบ่งชี้ถึงเฟสเจือปน เช่น NiO, CoO, Fe₂O₃
หรือสปีเนล CoFe₂O₄ เฟสสารเจือปนเหล่านี้โดยทั่วไปก่อตัวภายใต้สภาวะที่คล้ายคลึงกับการ
สังเคราะห์ AgFeO₂ การไม่มีเฟสที่เกี่ยวข้องกับ Co และ Ni แสดงให้เห็นว่าไอ Co ไอออนและ Ni
ไอออนอาจแทนที่ Fe ไอออนภายในโครงสร้างผลึกเตลาฟอสไซด์ AgFeO₂ ได้ และจากผลของ SEM
แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างนาโนกลุ่มซิลเวอร์เฟอร์ไรต์มีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 12 ถึง 102 นาโน
เมตร จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XAS และ XPS บ่งบอกสถานะออกซิเดชันในโครงสร้างนาโนกลุ่ม

CHOU LONG VEANN : STRUCTURE AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF
AgFeO₂-BASED NANOPARTICLES PREPARED BY CO-PRECIPITATION METHOD.
THESIS ADVISOR : PROF. SANTI MAENSIRI, D.Phil. 142 PP.

Keywords : ELECTROCHEMICAL PROPERTIES/AgFeO₂-BASED NANOPARTICLES/CO-
PRECIPITATION METHOD/X-RAY ABSORPTION SPECTROSCOPY/GAS ADSORPTION
TECHNIQUE

In this research, co-precipitation method was used to prepare pure AgFeO₂ and AgFe_{1-x}M_xO₂ (M = Co and Ni) nanoparticles where x = 0.00, 0.05, 0.10, 0.15, and 0.20. To investigate the crystal structure and morphology of the produced AgFe_{1-x}M_xO₂ nanoparticle, the techniques of X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) were employed. By utilizing X-ray absorption spectroscopy and X-ray photoelectron spectroscopy (XAS and XPS) techniques, the valence state and elemental composition were calculated. Through the BJH and BET methods, the technique of gas adsorption was utilized to examine pore volume, pore size distribution and specific surface area of the obtained samples. The impact of varying calcination temperatures and the substitution of Co and Ni ions in AgFeO₂ nanostructures was examined to assess their influence on the electrochemical performance of AgFeO₂ nanostructures. For all the samples, the electrochemical performance was conducted on a three-electrode system through CV, EIS and GCD methods in a 3M electrolyte.

The results of XRD and TEM show that all the prepared AgFe_{1-x}M_xO₂ nanoparticles contained the mixing phases of the rhombohedral 3R-AgFeO₂ and hexagonal polytype 2H-AgFeO₂. For the study of Co and Ni-doped AgFeO₂ nanostructures, there are no indications of impurity phases like metallic nickel, NiO, metallic cobalt, CoO, Fe₂O₃, or CoFe₂O₄ spinel. These impurity phases typically form under condition similar to the synthesis of AgFeO₂. The absence of cobalt and nickel-related phases suggests that cobalt and nickel ions might substitute iron ions within

the delafossite structure. Moreover, the particle size of $\text{AgFe}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ ranges from 12 nm to 102 nm which is confirmed by SEM results. The XANES and XPS analyses present the oxidation states in all the AgFeO_2 -based nanostructures, consisting of a Ag/Ag^+ mixing oxidation state and Fe^{3+} . In addition, in the Co and Ni-doped AgFeO_2 nanostructures, we observed the presence of Co^{3+} and Ni^{3+} . According to gas adsorption technique study, it found that all the prepared $\text{AgFe}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ nanoparticles display the typical characteristic of mesoporous materials. Furthermore, the results of electrochemical performance demonstrated that each of the electrodes has the mechanism for charge storage through a pseudocapacitive process involving the incorporation of metal and/or metal oxides. The $\text{AgFe}_{0.85}\text{Ni}_{0.15}\text{O}_2$ nanoparticles show the highest specific capacitance value of 339.08 F/g among all the samples, with corresponding specific energies and powers of 109.28 Wh/kg and 800.51 W/kg, as well as long-term cycle stability of 87.04% at the current density of 1 A/g. However, all the samples provided high capacitance retention values greater than 80%, which reveals that the delafossite AgFeO_2 -based nanostructures have potential as a candidate for the future electrode material in the energy storage applications.



School of Physics
Academic Year 2023

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____

Signature
Signature