

รหัสโครงการ: MRG6080097

ชื่อโครงการ: Visible-light-induced degradation of organic contaminant over bismuth vanadate-silicon dioxide composites with reduced graphene oxide

ชื่อนักวิจัย: ผศ.ดร. ดวงดาวจันทร์เนย หัวหน้าโครงการ
รศ. ดร. สุคนธ์ พานิชพันธ์ นักวิจัยที่ปรึกษาหลัก

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

คำหลัก (key words) : Bismuth vanadate; Graphene oxide, Silicon dioxide, Photocatalysis

บทคัดย่อ

PART I: การสังเคราะห์ แกรฟีนออกไซด์ (GO)

งานวิจัยนี้ ประเมินความสำเร็จในการสังเคราะห์การสังเคราะห์ แกรฟีนออกไซด์ (GO) โดยกระบวนการ ออกซิเดชันและกระบวนการหลุดลอก (Exfoliation) ของสารตั้งต้นแกรไฟต์ที่สังเคราะห์ด้วย Oxidative aging time ระยะเวลา 12 24 และ 72 ชั่วโมง สำหรับกระบวนการสังเคราะห์ที่ Oxidative aging time 72 ชั่วโมง ปรากฏพีคหลักของ XRD ที่ตำแหน่งกับระนาบ hkl (001) ที่เป็นตำแหน่งหลักของแกรฟีนออกไซด์ เนื่องจากสารตั้งต้นแกรไฟต์มีระยะเวลาที่ทำให้เกิดการแทรกตัวของชั้นน้ำทำให้ระยะห่างระหว่างระนาบ (d-spacing) ในแต่ละชั้นของแกรไฟต์กว้างขึ้นและลดแรงแวนเดอร์วาลส์ระหว่างชั้นหาก การกระตุ้นด้วยแรงเพียงนิดเดียวก็สามารถหลุดลอก (Exfoliation) ออกเป็น GO ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ ระยะห่างระหว่างระนาบที่เปลี่ยนแปลงไป บ่งบอกถึงการมีหมู่ฟังก์ชันออกซิเจนเกาะอยู่บริเวณขอบของ GO โดยยืนยันได้จากประจุบนผิวของ GO ที่มีค่าลบในทุกช่วง pH สำหรับการสังเคราะห์ GO ที่ Oxidative aging time ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมงนั้น หมู่ฟังก์ชันที่แทรกตัวและเกาะบนระนาบของโครงสร้างแผ่น GO หลังจากออกซิเดชันและกระบวนการหลุดลอก (Exfoliation) ยังเกิดไม่สมบูรณ์ ทำให้มีตำหนิ (defect) จากสารตั้งต้นแกรไฟต์และแกรไฟต์ออกไซด์ไปทำลายลักษณะสัญญาณของแกรฟีนออกไซด์สังเกตได้จากสเปกตรัมรามานที่มีสัญญาณความเข้มลดลง นอกจากนี้ที่ Oxidative aging time ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ความเข้มของสัญญาณสเปกตรัมรามานที่สูงยังแสดงถึงขนาดที่เพิ่มขึ้นของ in-plane sp^2 สอดคล้องกับปริมาณของ GO ที่มากขึ้น

PART 2: การสังเคราะห์ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) จากฟางข้าว (Rice straw, RS) เพื่อใช้เป็นวัสดุ ในการสังเคราะห์วัสดุคอมโพสิตระหว่าง $BiVO_4$ และ RS (SiO_2)

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการสังเคราะห์สารดูดซับรูปพรุนสูงจากแคลบ (RS, SiO₂) BiVO₄, และวัสดุคอมโพสิต BiVO₄/SiO₂ หรือ BiVO₄/RS composites สำหรับนำไปประยุกต์ใช้เป็น ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงในการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ในน้ำเสีย ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง จะสังเคราะห์ด้วยวิธีการตกตะกอนร่วม (Co-precipitation) แล้วนำไปเผาแคลไซน์ (calcination) ที่อุณหภูมิ 500 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สำหรับสารดูดซับรูปพรุนสูงจากแคลบจะสังเคราะห์ด้วย วิธีการกระตุ้นทางเคมี (Chemical Activation) แล้วนำไปเผาด้วย Muffle Furnace ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง โดยพบว่า BiVO₄ เป็นสีเหลืองส่วนสารดูดซับรูปพรุนสูงจาก แคลบเป็นสีดำและวัสดุคอมโพสิตจะมีสีเหลืองที่เข้มกว่า BiVO₄ จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง สามารถสรุปได้ดังนี้ การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) พบว่า BiVO₄ และ BiVO₄/RS composites มีโครงสร้างเป็นเฟสโมโนคลีนิกของ BiVO₄ โดยที่ระดับความเข้ม ของพีคมีความคล้ายกันกับพีคของ BiVO₄ เนื่องจากปริมาณของสารดูดซับรูปพรุนสูงจากแคลบ (RS) ที่เติมลงไปผสมกับ BiVO₄ นั้นมีปริมาณที่น้อยมากจึงทำให้พีคของสารดูดซับรูปพรุนสูงจาก แคลบจึงไม่ปรากฏขึ้นมา การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) แสดงให้เห็นว่าอนุภาคของ BiVO₄ มีลักษณะเป็นทรงกลม ส่วนสารดูดซับรูปพรุนสูงจาก แคลบ (RS) นั้นจะมีลักษณะรูปพรุนที่เกาะกลุ่มเรียงกันอย่างไม่เป็นระเบียบ และในกรณีของวัสดุ คอมโพสิต พบว่ามีอนุภาคของ BiVO₄ เข้าไปแทรกตัวอยู่ในพื้นผิวและบริเวณรูปพรุนของสารดูด ซับรูปพรุนสูงจากแคลบ การทดสอบการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงในการย่อยสลายสาร 2-chlorophenol ภายใต้แสงวิสิเบิลเป็นเวลา 120 นาที พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของ BiVO₄/RS composites มีประสิทธิภาพสูงกว่ากรณีของ BiVO₄ เนื่องจากสารดูดซับรูปพรุนสูง จากแคลบที่มี SiO₂ เป็นส่วนประกอบหลักนั้นมีพื้นที่ผิวที่สูง (351.3481 m²/g) จึงมีส่วนช่วยใน เรื่องของการดูดซับสาร 2-chlorophenol ให้เข้าเกาะอยู่ที่บริเวณพื้นผิวของ BiVO₄ ซึ่งทำให้ กระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงในการย่อยสลายเกิดได้ดียิ่งขึ้น

PART 3: สังเคราะห์วัสดุคอมโพสิตแบบ Core-shell layer ระหว่าง GO, SiO₂, และ BiVO₄ (BiVO₄/SiO₂/GO composites)

ใน part นี้ได้ทำการสังเคราะห์วัสดุคอมโพสิตแบบ Core-shell layer ระหว่าง GO, SiO₂, และ BiVO₄ (BiVO₄/SiO₂/GO composites) โดยใช้เทคนิคการตกตะกอนร่วม (Co-precipitation) จากนั้นนำตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้ทั้งหมด ประกอบด้วย BiVO₄, BiVO₄/SiO₂, และ BiVO₄/SiO₂/GO composites มาการตรวจสอบสมบัติและหาลักษณะเฉพาะทางเคมีและทาง กายภาพ จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction patterns) พบว่า รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของ BiVO₄/SiO₂, และ BiVO₄/SiO₂/GO composites มีโครงสร้างเหมือนกับ BiVO₄ บริสุทธิ์ตรงกับระนาบ และโครงสร้างผลึกแบบโมโนคลีนิก (Monoclinic structure) ส่วนแกรฟีนออกไซด์ (GO) ที่สังเคราะห์ได้มีพีคหลักที่ 2θ = 10.5° ซึ่งเป็นตำแหน่งพีคหลักของแกรฟีนออกไซด์ อย่างไรก็ตามจะสังเกตว่าพีค (Peak intensity) ของ รูปแบบการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอกซ์ของ BiVO₄/SiO₂, และ BiVO₄/SiO₂/GO composites มีความ

เข้มที่ต่ำและฐานของพีคค่อนข้างกว้างกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ BiVO_4 บริสุทธิ์ เพื่อวิเคราะห์อัตราการรวมกันใหม่ของ e^- และ h^+ (recombination ด้วยการวัดการสัญญานการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสงฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence) ซึ่งสามารถตรวจวัดได้โดยเทคนิค Photoluminescence (PL) จากการวิเคราะห์พบว่า PL intensity ของ $\text{BiVO}_4/\text{SiO}_2$, และ $\text{BiVO}_4/\text{SiO}_2/\text{GO}$ composites มีความเข้มพีคต่ำกว่าตามลำดับ แสดงว่ามีอัตราการรวมกันใหม่ จากผลการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดของ $\text{BiVO}_4/\text{SiO}_2/\text{GO}$ composites พบว่ามีอนุภาคนาโนทรงกลมของ BiVO_4 ขนาดประมาณ 5-10 นาโนเมตรผสมอยู่กับรูปร่างแบบแผ่นที่มีความหนาของ SiO_2 ที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในโครงสร้างแบบแผ่นบางของ GO sheet