รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สมบัติของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เจือด้วยแมกนีเซียมซึ่งมีหน้าที่หลากหลาย ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนและไฮโดรเทอร์มอล

Properties of Multifunctional Mg-doped ZnO Nanostructures Prepared by Precipitation and Hydrothermal Method

รศ.ดร.สุเมธา สุวรรณบูรณ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2556 รหัสโครงการ SCI560335S

สมบัติของโครงสร้างนาโนซิงค์ออกไซด์ที่เจือด้วยแมกนีเซียมซึ่งมีหน้าที่หลากหลายที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนและไฮโดรเทอร์มอล

Properties of Multifunctional Mg-doped ZnO Nanostructures Prepared by Precipitation and Hydrothermal Method

รศ.ดร.สุเมธา สุวรรณบูรณ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลและหน่วยงานดังต่อไปนี้

ขอขอบคุณนักศึกษาดังต่อไปนี้ นางสาวสรัญญา กลับนวล นางสาวศุภานิษฐ์ แป้นด้วง นายณัฏฐ์สกล จันทร์ทา และนายสิทธิกร จรจะนะ นักศึกษาหลักสูตรวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือในการเตรียมชิ้นงานและทดสอบสมบัติ

ขอขอบคุณ ภาควิชาเคมี และภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ ที่ให้ใช้สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนเงินรายได้ ประเภททุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2556 ตามสัญญาเลขที่ SCI560335S

รศ.ดร.สุเมธา สุวรรณบูรณ์

บทคัดย่อ

โครงสร้างนาโน ZnO และ ZnO ที่เจือแมกนีเซียมถูกสังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนและไฮโดรเทอร์มอล $Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$, $Mg(CH_3COO)_2.4H_2O$ และ C_3H_9N ถูกใช้เป็นแหล่งให้สังกะสี แมกนีเซียม และใช้เป็นสารเพิ่มความเสถียร ตามลำดับ และ LiOH, NaOH และ KOH ถูกใช้เป็นตัวตกตะกอน สารตัวอย่างถูกตรวจสอบด้วยเครื่อง TG-DTA, XRD, SEM, UV-Vis spectrophotometer และ PL spectrometer ขนาดผลึกและรูปร่างอนุภาคขึ้นกับความเข้มข้นของ C_3H_9N, $Mg(CH_3COO)_2.4H_2O$ และชนิดของตัวตกตะกอน สมบัติทางแสงขึ้นกับขนาดอนุภาค รูปร่างของอนุภาค และปริมาณตำหนิ ประสิทธิภาพการสลายสีย้อมที่ดีที่สุดได้จากการใช้ $Zn_{0.95}Mg_{0.05}O$ เป็นตัวเร่ง โครงสร้างนาโน ZnO ที่เจือแมกนีเซียมสามารถยับยั้ง *S. aureus* และ *E. coli* ได้

Abstract

ZnO and Mg-doped ZnO nanostructures were synthesized by precipitation and hydrothermal methods. $Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$, $Mg(CH_3COO)_2.4H_2O$ and C_3H_9N were used as zinc source, Mg source and stabilizer, respectively and LiOH, NaOH and KOH were used as a precipitating agent. The samples were characterized by TG-DTA, XRD, SEM, UV-Vis spectrophotometer and PL spectrometer. The crystallite size and particle shape depended upon the C_3H_9N, $Mg(CH_3COO)_2.4H_2O$ concentration and type of precipitating agent. The optical properties were related to the particle size, particle shape and defect concentration. The best photocatalytic efficiency was observed from $Zn_{0.95}Mg_{0.05}O$ catalyst. Mg-doped ZnO nanostructures could damage the *S. aureus* and *E. coli*.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก
บทคัดย่อ ข
Abstract ค
สารบัญ ง
รายการตาราง ฉ
รายการภาพประกอบ ช

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 2

บทที่ 2 สารเคมีและวิธีการทดลอง 5
2.1 สารเคมี 5
2.2 วิธีการทดลอง 5
2.2.1 การเตรียมสารตัวอย่าง ZnO ด้วยวิธีตกตะกอน 5
2.2.2 การเตรียมสารตัวอย่าง ZnO ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล 5
2.2.3 การเตรียมสารตัวอย่าง $Zn_{1-x}Mg_xO$ (x = 0-0.20) ด้วยวิธีตกตะกอน 6
2.2.4 การเตรียมสารตัวอย่าง $Zn_{1-x}Mg_xO$ (x = 0-0.20) ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล 6
2.2.5 การทดสอบการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง 7
2.2.6 การทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี minimum inhibitory concentration 7

บทที่ 3 ผลการทดลองและวิจารณ์ 8
3.1 สมบัติทางความร้อน 8
3.2 สมบัติทางโครงสร้าง 9
3.2.1 อิทธิพลของตัวตกตะกอนและความเข้มข้นของโพรพิลเอมีน 9
3.2.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของแมกนีเซียม 17
3.3 สมบัติทางแสง 24
3.4 การสลายสีย้อมด้วยตัวเร่งเชิงแสง 31
3.5 สมบัติการยับยั้งแบคทีเรีย 34

บทที่ 4 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 35
4.1 สรุปผลการทดลอง 35
4.2 ข้อเสนอแนะ 35

หน้า

เอกสารอ้างอิง 36
ภาคผนวก 39

รายการตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง ZnO ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ 13
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง $Zn_{1-x}Mg_xO$ ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ 20
ตารางที่ 3.3 ขนาดผลึก ช่องว่างพลังงาน และความต้านทานแบคทีเรีย 30

รายการภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 3.1 การสูญเสียน้ำหนักของสารตัวอย่างที่อุณหภูมิต่างๆของสารตัวอย่างที่เตรียมด้วยวิธีตกตะกอนด้วยตัวตกตะกอนต่างๆ 9
รูปที่ 3.2 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของ ZnO ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากระบบที่มีอัตราส่วนต่อโมลระหว่าง $C_3H_9N/Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$ และตัวตกตะกอนแตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 10
รูปที่ 3.3 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของ ZnO ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลจากระบบที่มีอัตราส่วนต่อโมลระหว่าง $C_3H_9N/Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$ และตัวตกตะกอนแตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 11
รูปที่ 3.4 ภาพถ่าย SEM ของ ZnO ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากระบบที่มีอัตราส่วนต่อโมลระหว่าง $C_3H_9N/Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$ และตัวตกตะกอนแตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 15
รูปที่ 3.5 ภาพถ่าย SEM ของ ZnO ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลจากระบบที่มีอัตราส่วนต่อโมลระหว่าง $C_3H_9N/Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$ และตัวตกตะกอนแตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 17
รูปที่ 3.6 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 18
รูปที่ 3.7 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 19
รูปที่ 3.8 ภาพ SEM ของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 22
รูปที่ 3.9 ภาพ SEM ของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 24
รูปที่ 3.10 การดูดกลืนแสงของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 25
รูปที่ 3.11 การดูดกลืนแสงของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 26
รูปที่ 3.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $(\alpha E)^2$ กับ E ของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 28
รูปที่ 3.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $(\alpha E)^2$ กับ E ของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 29
รูปที่ 3.14 การสลายสีย้อมของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีตกตะกอนจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 32
รูปที่ 3.15 การสลายสีย้อมของ $Zn_{1-x}Mg_xO$ ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลจากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน (a) LiOH, (b) NaOH และ (c) KOH 33