



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสังเคราะห์สารประกอบหลายหน้าที่ของ ZnO-CuO ระดับนาโนด้วยวิธี
ตกตะกอนร่วม

Synthesis of Nanoscale Multi-functional Compound of ZnO-CuO
by Co-precipitation Method

รศ. ดร. วิษณุ เพชรภา

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556
วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสังเคราะห์สารประกอบหลายหน้าที่ของ ZnO-CuO ระดับนาโนด้วยวิธี
ตกตะกอนร่วม

Synthesis of Nanoscale Multi-functional Compound of ZnO-CuO
by Co-precipitation Method

รศ. ดร. วิษณุ เพชรภา

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556
วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ การสังเคราะห์สารประกอบหลายหน้าที่ของ ZnO-CuO ระดับนาโนด้วยวิธีตกตะกอนร่วม

แหล่งเงิน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีงบประมาณ 2556 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 280,260.00 **บาท**

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี **ตั้งแต่** 1 ตุลาคม 2555 **ถึง** 30 กันยายน 2556

หัวหน้าโครงการ รศ. ดร. วิษณุ เพชรภา **คณะ** วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ลาดกระบัง

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสังเคราะห์สารประกอบหลายหน้าที่ของ ZnO-CuO ระดับนาโนด้วยวิธีตกตะกอนร่วม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้หลากหลายหน้าที่ของซิงค์ออกไซด์และคอปเปอร์ออกไซด์ให้มากขึ้น โดยใช้ $\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ ZnCl_2 เป็นสารตั้งต้น โดยใช้อัตราส่วนของ Zn:Cu ในปริมาณต่าง ๆ และทำการเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งทำการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์และทำการวิเคราะห์รูปร่าง ลักษณะพื้นผิว ผลึกของสารด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยพบว่าโครงสร้างและรูปร่างของสารประกอบเปลี่ยนไปตามอัตราส่วนของ Zn:Cu ที่เปลี่ยนไปและนำสารประกอบที่เตรียมได้ในปริมาณอัตราส่วนต่างๆ มาทำการประยุกต์ใช้งาน โดยขั้นแรก ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงในการย่อยสลายสีย้อม (Rhodamine B ; RhB) โดยวิธีทางแสงเปรียบเทียบระหว่างแสงในย่านยูวีและแสงในย่านตามองเห็น พบว่าในแสงย่านยูวีซิงค์ออกไซด์ที่บริสุทธิ์ มีอัตราการย่อยสลายดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มีการเจือด้วยคอปเปอร์เข้าไป และในส่วนของผลการทดสอบในย่านตามองเห็น พบว่าที่ปริมาณอัตราส่วน Zn:Cu เป็น 99:1 แสดงให้เห็นถึงการย่อยสลายสีย้อมได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับปริมาณอัตราส่วนอื่นๆ จากนั้นนำสารประกอบที่เตรียมได้ไปทดสอบเป็นการประยุกต์ใช้งาน ด้านเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง พบว่าที่ปริมาณอัตราส่วน Zn:Cu เป็น 99:1 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงได้ดีขึ้นและสำหรับการประยุกต์ใช้งานในส่วนสุดท้ายคือ การนำสารประกอบที่เตรียมได้ไปใช้ในการยับยั้งเชื้อราชนิด *Trichoderma* spp. ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ที่อัตราส่วน Zn:Cu เป็น 7:3 คือปริมาณอัตราส่วนที่ดีที่สุดที่ให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับ ZnO หรือ CuO เท่านั้น

คำสำคัญ : ซิงค์ออกไซด์, คอปเปอร์ออกไซด์, กระบวนการตกตะกอนร่วม, สารประกอบหลายหน้าที่

Research Title: Synthesis of Nanoscale Multi-functional Compound of ZnO-CuO by Co-precipitation Method

Researcher: Assoc. Prof. Dr. Wisanu Pecharapa

Faculty College of Nanotechnology

Abstract

In this work, series of ZnO/CuO nanoscale multi-functional compounds were synthesized through co-precipitation method with the enhancement in their functionality of both ZnO and CuO using $\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ and ZnCl_2 as starting materials with various Zn:Cu molar ratio followed by annealing process at 500 °C for 2 h to obtain ZnO-CuO compounds. The structures and morphologies of the compounds were analyzed using X-ray diffraction and monitored by field emission scanning electron microscopy. The results show that the structure and morphologies of the compounds significantly changes with Zn:Cu ratio. The synthesized compounds were utilized as photocatalysts for degradation of Rhodamine B dye solution under both ultraviolet and visible light irradiation. The results exhibit that pure ZnO compound possesses better activity than the others while the compound with Zn:Cu ratio of 99:1 has superiority in degradation performance. The compounds were also applied as working electrode of dye-sensitized solar cell and the result exhibited that the compound with Zn:Cu ratio of 99:1 can considerably enhance the performance and efficiency of the solar cell. At last, the compounds were used for antifungal activity via agar disk diffusion method. It is found that the compound with certain Zn:Cu ratio of 70:30 exhibits superiority in partial inhibition of strain *Trichoderma* spp. comparing to either pure CuO or ZnO.

Keywords: ZnO, CuO, co-precipitation process, multifunctional compound

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ขอขอบคุณวิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง และคณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับการอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ
และสถานที่ในการทำงานวิจัยตลอดมา

รศ.ดร.วิษณุ เพชรภา

กัณฑ์กนิษฐ์ ผิวแดง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม.....	4
2.1 แนวคิด ทฤษฎีหลักตามประเด็นให้ครอบคลุมเรื่องที่วิจัย.....	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม.....	6
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	14
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	15
3.2 ขั้นตอนการเตรียมสาร.....	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย	20
4.1การวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของสารตั้งต้นซิงค์ออกไซด์.....	20
4.2การวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของสารคอปเปอร์ออกไซด์	24

4.3 ผลการสังเคราะห์และวิเคราะห์สารประกอบออกไซด์ ZnO-CuO ในปริมาณอัตราส่วน Zn:Cu ที่แตกต่างกัน.....	28
4.4 การนำสารประกอบออกไซด์ ZnO-CuO มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ	34
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	46