

ชื่อโครงการ การสังเคราะห์แบเรียมเซอร์โคเนตไททานเตเซอร์ามิกส์ขนาดอนุภาคนาโนโดยวิธีโซโนเคมี
เพื่อใช้เป็นวัสดุที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าไดอิเล็กตริกด้วยสนามไฟฟ้า

แหล่งเงินงบประมาณแผ่นดิน คณะวิทยาศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 2554 ถึง 2555

หัวหน้าโครงการ นางสาวปานไพลิน สีหาราช ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเตรียมผงผลึกขนาดนาโนของแบเรียมเซอร์โคเนตไททานเตบริสุทธิ์ $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ (BZT) โดยวิธีโซโนเคมี โดยใช้สารตั้งต้นเป็นเซอร์โคเนียมออกไซด์คลอไรด์ ($\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) ไททานเตตรอะคลอไรด์ (TiCl_4) และแบเรียมคลอไรด์ไดไฮเดรต ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) แล้วทำการผ่านคลื่นอัลตราโซนิกเพื่อให้เกิดผลึกเป็นเวลา 30 นาทีในสภาวะที่เป็นเบสสูง (โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 15 หรือ 20 โมลาร์) ในระบบปิดที่มีการผ่านแก๊สอาร์กอนลงไปในการละลายเพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แล้วนำไปทำการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (FT-IR) รามานสเปกโทรสโกปี (Raman Spectrometer) การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (x-ray diffraction, XRD) และตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) เพื่อศึกษาถึงผลของสภาวะเบสที่ใช้ในการสังเคราะห์ ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างจุลภาคของผลึก จากการตรวจสอบด้วยเทคนิค FT-IR, Raman Spectroscopy และ XRD พบว่าสามารถเตรียมผงผลึก BZT บริสุทธิ์ที่มีโครงสร้างแบบลูกบาศก์เพอร์รอฟสไกต์ได้ด้วยวิธีโซโนเคมีในสภาวะที่เป็นเบสสูง (NaOH เข้มข้น ≥ 15 โมลาร์) จากการตรวจสอบสัณฐานวิทยาด้วยเครื่อง SEM พบว่า BZT ที่สังเคราะห์ได้โดยวิธีโซโนเคมีในสภาวะที่ NaOH เข้มข้น 20 โมลาร์ มีรูปร่างเป็นทรงกลมที่มีการกระจายตัวของอนุภาคอย่างสม่ำเสมอ โดยมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 50 นาโนเมตร

คำสำคัญ โซโนเคมี อนุภาคนาโน แบเรียมเซอร์โคเนตไททานเต

Abstract

This research investigated the preparation of barium titanate zirconate ($\text{Ba}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ (BZT)) nanoparticles by sonochemical method in strong alkaline environment (NaOH 15 M or 20 M). Zirconium oxychloride ($\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), titanium tetrachloride (TiCl_4) and barium chloride dihydrate ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) were used as precursors. The reactions were carried out in closed system with flowing of argon gas. The effects of synthesis conditions on phase formation, crystal structure and morphology of the prepared powders were examined using FT-IR, Raman spectroscopy, XRD and SEM. SEM results showed that BZT prepared using sonochemical methods in 20 M NaOH had spherical morphology with uniform distribution of particle size and shape. The average particle size of BZT was 50 nm.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี เนื่องจากความอนุเคราะห์ การสนับสนุน และคำแนะนำจากบุคคลเหล่านี้ คือ ผศ.ดร. นราธิป วิทยากร ที่ช่วยให้คำปรึกษาและสนับสนุนการทำวิจัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุเคราะห์ทุนวิจัย อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ รวมถึงอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้ และ นส.จิรภิญญา เชื้อเมืองพาน นส.ภัทรินทร์ เข้มพันธ์ นส.รัชดาภรณ์ ดีहनอ และ นส. ปิยนุช จรุงสุข ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย

ปานไพลิน

สีหาราช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 โครงสร้างและคุณสมบัติ	3
2.2 การสังเคราะห์แบเรียมเซอร์โคเนตไททานेट (BZT)	4
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	9
3.2 สารเคมี	10
3.3 สมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์ BZT	10
3.4 การเตรียมสารละลาย	10
3.5 วิธีการทดลอง	11
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย	
4.1 การตรวจสอบเอกลักษณ์โดยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction ; XRD)	13
4.2 การตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารด้วยเครื่องฟูเรียรทรานส์ฟอร์ม อินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (FT-IR)	14

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 การตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารด้วยเครื่องรามานสเปกโตรสโกปี (Raman Spectroscopy)	15
4.4 การตรวจสอบสัณฐานวิทยาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM)	16
บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลงานวิจัย	18
5.2 ข้อเสนอแนะ	19
เอกสารอ้างอิง	20
ภาคผนวก	
การคำนวณปริมาตรสารที่ใช้ในการสังเคราะห์	23
การคำนวณหาขนาดอนุภาคของแบเรียมเซอร์โคเนตไททาเนต	27
ประวัติย่อผู้วิจัย	28

สารบัญรูป

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างแบบเพอโรฟสไกต์ (Perovskite) ของ $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ (BZT)	3
รูปที่ 2.3 รูปแบบ XRD ของ $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.1}\text{Ti}_{0.9})\text{O}_3$ (BZT10) $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8})\text{O}_3$ (BZT20) และ $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ (BZT30) ที่เตรียมจาก NaOH เข้มข้น 10 M	5
รูปที่ 2.4 รูปแบบ XRD ของ $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.1}\text{Ti}_{0.9})\text{O}_3$ (BZT10) , $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8})\text{O}_3$ (BZT20) และ $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ (BZT30) ที่เตรียมจาก NaOH เข้มข้น 15 M	6
รูปที่ 2.5 แสดงภาพเครื่องโซนิเคเตอร์ (Sonicator) และส่วนประกอบของเครื่อง	7
รูปที่ 2.6 แสดงสัณฐานวิทยาของแบเรียมไททานต์โดยอัตราส่วนระหว่างแบเรียมต่อไททานเนียม a) 1.1:1.0 b) 1.2:1.0 c) 1.5:1.0	8
รูปที่ 2.7 แสดงสัณฐานวิทยาของแบเรียมไททานต์โดยความเข้มข้น a) 0.1 b) 0.2 c) 0.45 และ d) 0.72 โมลาร์	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินการโครงงาน	
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์ BZT โดยวิธีโซโนเคมี	14
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย	
รูปที่ 4.1 แสดงผล XRD ของ BZT ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีการโซโนเคมีเมื่อใช้ NaOH เข้มข้น 15 และ 20 โมลาร์	15
รูปที่ 4.2 แสดงผล FT-IR ของผงผลึก BZT ด้วยวิธีโซโนเคมีโดยใช้ NaOH เข้มข้น 15 และ 20 โมลาร์	16
รูปที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิครามานสเปกโตรสโกปีของ BZT ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีโซโนเคมี โดยใช้ NaOH เข้มข้น 15 และ 20 โมลาร์	18
รูปที่ 4.4 แสดงสัณฐานวิทยาของ BZT ที่สังเคราะห์ได้จากวิธีโซโนเคมี โดยที่ใช้ NaOH เข้มข้น 15 โมลาร์	19
รูปที่ 4.5 แสดงสัณฐานวิทยาของ BZT ที่สังเคราะห์ได้จากวิธีโซโนเคมี โดยที่ใช้ NaOH เข้มข้น 20 โมลาร์	20