

การเตรียม Bi_2MoO_6 โดยวิธีเกิดปฏิกิริยาในสถานะของแข็ง The Preparation of Bi_2MoO_6 for Solid State Method

อานนท์ อางนานนท์¹, ณัฐพล ศรีสิทธิโกศลกุล^{1,2,*} และจักรพงษ์ แก้วขาว^{1,2}

¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

²ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

*nattapon2004@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเตรียมบิสมาทโมลิบดินีมออกไซด์ (Bi_2MoO_6) ที่มีประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ในวัสดุเซมิคอนดักเตอร์ โดยวิธีการเกิดปฏิกิริยาในสถานะของแข็ง จากสารบิสมาทออกไซด์ (Bi_2O_3) และโมลิบดินีมออกไซด์ (MoO_3) โดยการนำสารทั้งสองชนิดมาให้ความร้อนสองครั้ง โดยครั้งแรกให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส และครั้งที่สองมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างกันที่ 800-900 องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างที่ได้ไปทำการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ พบว่ามีความเป็นไปได้ในการเตรียม Bi_2MoO_6 โดยวิธีวิธีการเกิดปฏิกิริยาในสถานะของแข็งได้ อย่างไรก็ตามจากการเตรียมโดยวิธีนี้ไม่สามารถเตรียม Bi_2MoO_6 ที่มีความบริสุทธิ์ของสารได้

คำสำคัญ: การเกิดปฏิกิริยาในสถานะของแข็ง, เซมิคอนดักเตอร์, บิสมาทโมลิบดินีมออกไซด์

Abstract

This research, study prepared Bi_2MoO_6 that applies for semi-conductor material by solid state method from Bi_2O_3 and MoO_3 . Both chemicals were heated two time, the first heat at temperature 450 °C and the second that difference heat temperature at 800-900 °C. And the samples were analyzed structure by X-Ray Diffraction. Found that, there is possibility that preparation of Bi_2MoO_6 for solid state method. However, from this preparation method that can't was prepared purest Bi_2MoO_6 .

Keywords: solid state method, semi-conductor, Bi_2MoO_6

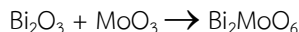
1. บทนำ

บิสมาทโมลิบดินีมออกไซด์ (Bi_2MoO_6) เป็นสารสังเคราะห์ที่ปัจจุบันได้รับความสนใจในการศึกษาสารชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น โดยสารชนิดนี้ได้ถูกใช้ในเป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาเซมิคอนดักเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสารบิสมาทโมลิบดินีมออกไซด์นั้น เป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งวิธีการสังเคราะห์สารบิสมาทโมลิบดินีมออกไซด์มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งมีทั้งวิธีการที่ง่าย และซับซ้อน เช่น วิธีไกลคอลเทอร์มอล (Glycol Thermal Method) (Phatthanit et al., 2015: 180) วิธีไฮโดรเทอร์มอล (Hydro Thermal Method) (Liwu Zhang et al., 2010: 139) วิธีเทมเพลตฟรีโซลโวเทอร์มอล (Template-Free Solvothermal Method) (Linrui Hou et al., 2015: 159) หรือ วิธีโซลิดสเตท (solid state method) ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีความสนใจในการสังเคราะห์บิสมาทโมลิบดินีมออกไซด์โดยการสังเคราะห์จากสารประกอบออกไซด์โดยใช้วิธีการเกิดปฏิกิริยาในสถานะของแข็ง (Solid State Reaction) (Bing Han et al., 2014: 16590) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการเผาแคลไซด์สารเคมีที่อุณหภูมิสูงจนเกิดการทำปฏิกิริยากันแต่ยังอยู่ในสภาพที่เป็นของแข็ง

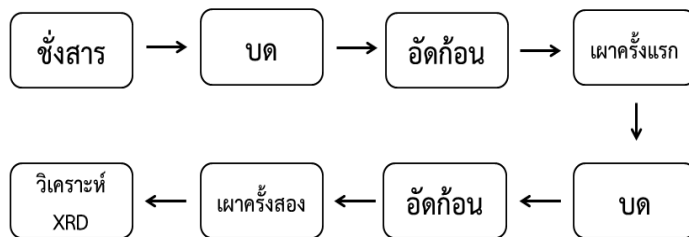
2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

บิสมาทโมลิบดีนัมออกไซด์ (Bi_2MoO_6) จะได้รับการเตรียมขึ้นจากสารบิสมาทออกไซด์ (Bi_2O_3) ความบริสุทธิ์ 99.5 เปอร์เซ็นต์ และโมลิบดีนัมออกไซด์ (MoO_3) ความบริสุทธิ์ 99.9 เปอร์เซ็นต์ มาทำการผสมกันในอัตราส่วนโดยโมล ดังสมการปฏิกิริยาเคมี



และหลังจากนั้นนำสารที่ชั่งตามอัตราส่วนมาทำการผสมในโถรงบดสารเพื่อให้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน และนำสารที่ผ่านการบดเรียบร้อยแล้วมาทำการอัดให้เป็นก้อนแข็งด้วยเครื่องไฮดรอลิคด้วยแรงกด 20 ตันต่อตารางเซนติเมตร และสารตัวอย่างที่ผ่านการอัดก้อนแล้ว มาทำการเผาครั้งแรกที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง โดยอัตราการขึ้นของอุณหภูมิในงานวิจัยนี้จะใช้อัตราการขึ้นของอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และปล่อยให้อุณหภูมิลดลงภายในเตาเผาจนถึงอุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างที่ได้มาทำการบดด้วยโถรงบดสารอีกครั้งหนึ่ง และนำไปอัดก้อนด้วยแรงกดคงเดิมที่ 20 ตันต่อตารางเซนติเมตร และนำไปเผาซ้ำอีกครั้งหนึ่งด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นเพื่อให้สารเกิดการทำปฏิกิริยา โดยทำการเผาตั้งแต่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นต้นไปโดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นในตัวอย่างใหม่ครั้งละ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง ดังรูปภาพที่ 1



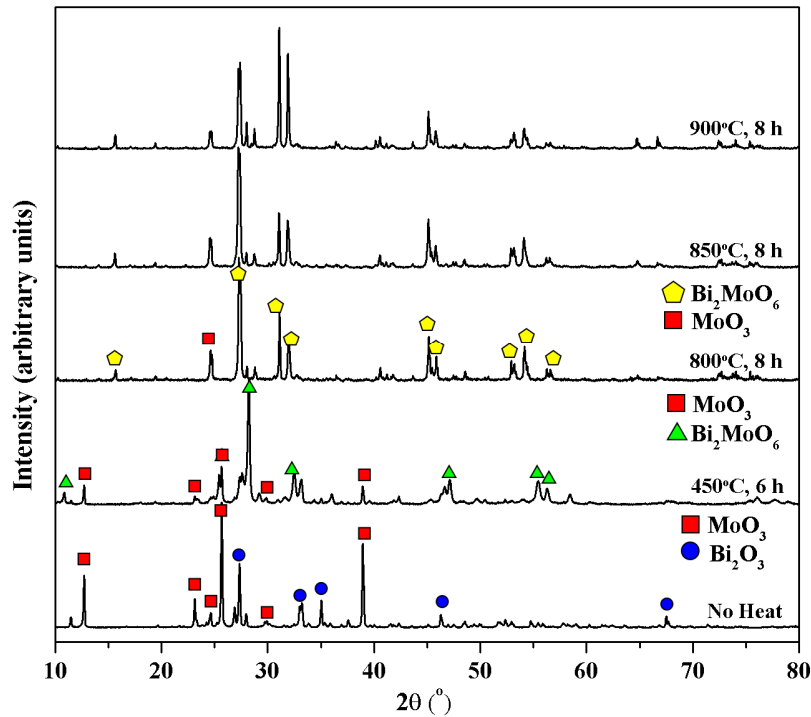
รูปภาพที่ 1 แผนภาพการเตรียมตัวอย่าง

2.1 การวิเคราะห์ผล

นำตัวอย่างที่ได้จากการเผามาทำการบดให้ละเอียด และวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์โดยใช้ด้วยเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer; XRD) บริษัท Shimadzu รุ่น XRD-6100 โดยสแกนที่ช่วงมุม 10-80 องศา โดยความเร็วในการสแกนที่ 5 องศาต่อนาที

3. ผลการทดลอง

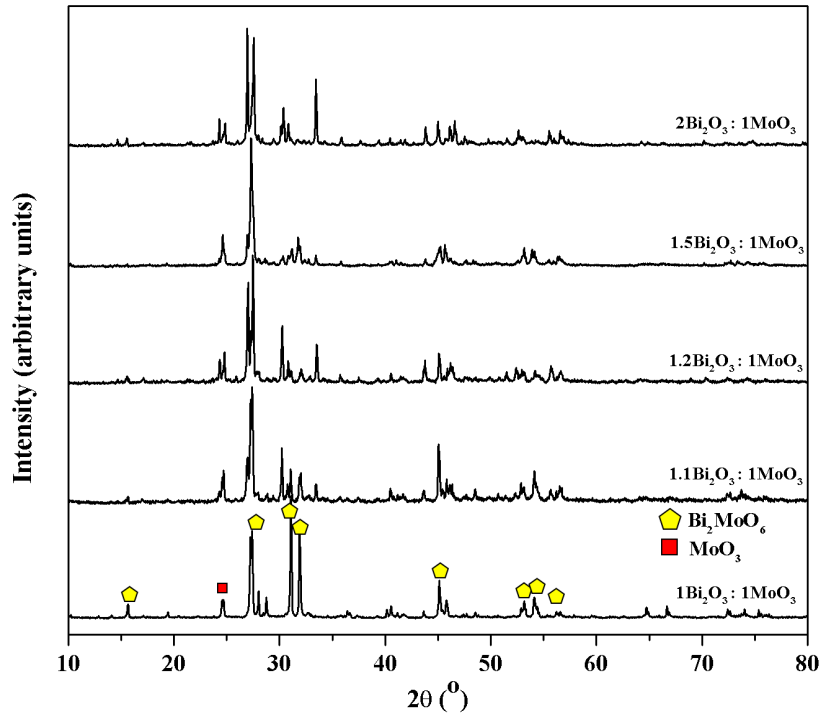
จากผลการทดลองพบว่าจากการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่า สารตัวอย่างสามารถเผาได้อุณหภูมิสูงสุดที่ 900 องศาเซลเซียส เพราะเมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส พบว่าสารเกิดการหลอมเหลวไม่เป็นก้อน ในงานวิจัยนี้จึงได้มีการวิเคราะห์ผลของสารที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800-900 องศาเซลเซียส ซึ่งผลจากการวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เมื่อพล็อตกราฟเปรียบเทียบกับระหว่างสารที่ยังไม่ผ่านการเผา ผ่านการเผาครั้งแรก และผ่านการเผาครั้งที่สองที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดังรูปภาพที่ 2 พบว่าสารที่ยังไม่ผ่านการเผาจะยังพบโครงสร้างของ Bi_2O_3 (JCPDS No. 041-1449) และ MoO_3 (JCPDS No. 005-0508) ซึ่งสอดคล้องกับสารเคมีตั้งต้นที่ใช้ในการผสม และเมื่อทำการเผาครั้งแรกพบว่าโครงสร้างสารตั้งต้นนั้นเปลี่ยนไป โดยพบว่าเริ่มการการทำปฏิกิริยากันเกิดขึ้น โดยปรากฏโครงสร้างของ Bi_2MoO_6 (JCPDS No. 022-0102) แต่ยังคงเหลือโครงสร้างของ MoO_3 (JCPDS No. 005-0508) ซึ่งมีค่าความเข้มของพีคลดลง



รูปภาพที่ 2 แพทเทิร์นการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของ $\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{MoO}_3$ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

สารตัวอย่างที่ได้ทำการเผาเป็นครั้งที่สองพบว่าโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงไปโดย Bi_2MoO_6 (JCPDS No. 022-0102) นั้นหายไป และได้ ปรากฏ Bi_2MoO_6 (JCPDS No. 041-1449) ขึ้นมาแทน และยังปรากฏพีคตำแหน่งประมาณ 24.5 องศา นั้นซึ่งเป็นพีคของ MoO_3 (JCPDS No. 005-0508) โดยตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิ 800-900 องศาเซลเซียส มีผลที่สอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มโอกาสในการทำให้ MoO_3 ทำปฏิกิริยาได้โดยสมบูรณ์ จึงได้ทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนให้ Bi_2O_3 มีอัตราส่วนโดยโมลที่มากกว่า MoO_3 และเลือกใช้อุณหภูมิที่ 900 องศาเซลเซียส มาทำการทดลองซ้ำ

ผลการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนได้แสดงในรูปภาพที่ 3 พบว่าหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ แล้วนั้นพบว่าไม่สามารถทำให้ตำแหน่งพีคของ MoO_3 นั้นหายไปได้ และยังส่งผลทำให้โครงสร้างมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย



รูปภาพที่ 3 แพทเทิร์นการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของ Bi₂O₃ + MoO₃ ในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส

4. สรุปผลการทดลอง

การทดลองเตรียมบิสมีทโมลิบดินีมออกไซด์ (Bi₂MoO₆) โดยวิธีการเกิดปฏิกิริยาในสถานะของแข็งพบบิสมีทโมลิบดินีมออกไซด์สองรูปแบบ คือ Bi₂MoO₆ (JCPDS No. 022-0102) เเผาที่ 450 องศาเซลเซียส และ Bi₂MoO₆ (JCPDS No. 041-1449) เเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสเป็นต้นไป แต่ยังไม่มีความบริสุทธิ์ของบิสมีทโมลิบดินีมออกไซด์เนื่องจากยังพบว่ามีสารชนิดอื่นอยู่ แต่วิธีนี้มีความเป็นไปได้ในการเตรียมบิสมีทโมลิบดินีมออกไซด์สำหรับการนำไปศึกษา และพัฒนาเป็นวัสดุเคมีคอนดักเตอร์ หรือสารฟอสเฟอร์ได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม และศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้ว และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สำหรับเครื่องมือ, อุปกรณ์ และการให้คำแนะนำในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- Bing Han, JieZhang, Pengju Li, Jianliang Li, Yang Bian, Hengzhen Shi. (2014). A novel orange emitting bismuth molybdate based phosphor. *Ceramics International*, 2014(40), 16589–16594.
- Linrui Hou, Hui Hua, Likai Gan, Changzhou Yuan. (2015). Template-free solvothermal fabrication of hollow Bi₂MoO₆ micro-spheres with enhanced visible light photo catalytic activity. *Materials Letters*, 2015(159), 35–38.

- Liwu Zhang, Tongguang Xu, Xu Zhao, Yongfa Zhu. (2010). Controllable synthesis of Bi₂MoO₆ and effect of morphology and variation in local structure on photocatalytic activities. **Applied Catalysis B: Environmental**, 201(98), 138–146.
- Paul R.Scott, J.A.Crow, M.Maczka, M.B.Kruger. (2012). An X-ray diffraction study of pressure-induced phase transitions in Bi₂MoO₆. **Journal of Solid State Chemistry**, 2012(194), 15-18.
- Phatthanit Dumrongrojthanath, Titipun Thongtem, Anukorn Phuruangrat, Somchai Thongtem. (2015). Glycolthermal synthesis of Bi₂MoO₆ nanoplates and their photocatalytic performance. **Materials Letters**, 2015(154), 180–183.
- Tingting Zheng, Jiayue Xu, Zhijie Zhang, Haibo Zeng. (2015). P3HT/Bi₂MoO₆ heterojunction with enhanced photocatalytic activity. **Materials Letters**, 2016(164), 640–643.
- Xing Ding, Wingkei Ho, Jian Shang, Lizhi Zhang. (2015). Self doping promoted photocatalytic removal of no under visible lightwith Bi₂MoO₆: Indispensable role of superoxide ions. **Applied Catalysis B: Environmental**, 2016(182), 316–325.