สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. พฤติกรรมทางความร้อนของเจลตั้งต้น ITO แสดงให้เห็นการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงและการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน 3 ช่วงอุณหภูมิ ที่ช่วงอุณหภูมิ 160-209 องศาเซลเซียส ซึ่งเกิดจากการสูญเสียน้ำในเจลตั้งต้นและน้ำผลึกของ $In(OH)_3.H_2O$ ในช่วงอุณหภูมิอุณหภูมิ 209-272 องศาเซลเซียส เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความร้อนของ $In(OH)_3$ กลายเป็น $In_6(O)_3(OH)_{12}$ และมีการสลายตัวทางความร้อนของสารประกอบอินทรีย์ และที่ช่วงอุณหภูมิ 272-298 องศาเซลเซียส เกิดจากการสูญเสียน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางความร้อนของ SnO_3H_2 กลายเป็น SnO_2 และพบการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบคายความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 586-620 องศาเซลเซียส เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในระดับจุลภาคของสารประกอบออกไซด์

2. ผลตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์หมู่ฟังก์ชันของผงละเอียด ITO หลังการแคลไซน์ พบว่า

หมู่ฟังก์ชันของผงละเอียดอินเดียมออกไซด์ ด้วยเทคนิค FT-IR พบว่า ผงละเอียดอินเดียมทินออกไซด์เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นสารประกอบออกไซด์ ของ In_2O_3 และ SnO_2

3. ผลการตรวจสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผงละ ITO พบว่า

- ที่สัดส่วนโดยโมลอินเดียมต่อทินเป็น 1:1 ณ เวลาการเกิดปฏิกิริยา 8 และ 10 ชั่วโมง ทุกช่วงอุณหภูมิแคลไซน์ พบวัฏภาคของ SnO_2 (เตตระโกนอล) เกิดปะปนกับวัฏภาคของ In_2O_3 (คิวบิก) โดยผลการคำนวณอัตราส่วนของระนาบของพีกหลัก (400)/(222) และ (622)/(222) มีค่าใกล้เคียงโครงสร้าง In_2O_3 ในขณะที่ ณ เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิการแคลไซน์ 600 องศาเซลเซียส พบวัฏภาคของ SnO_2 เท่านั้น ในขณะที่อุณหภูมิการแคลไซน์ 700 และ 800 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคจาก SnO_2 เป็นวัฏภาคของ In_2O_3 ผลการคำนวณอัตราส่วนของระนาบของพีกหลัก มีค่าใกล้เคียงโครงสร้าง In_2O_3

- ที่สัดส่วนโดยโมลอินเดียมต่อทินเป็น 7:3 ณ เวลาการเกิดปฏิกิริยา 8 10 และ 12 ชั่วโมง ทุกช่วงอุณหภูมิแคลไซน์ พบวัฏภาคของ In_2O_3(คิวบิก) เท่านั้น และอัตราส่วนของระนาบของพีกหลัก (400)/(222) และ (622)/(222) มีค่าใกล้เคียงโครงสร้าง In_2O_3

- ที่สัดส่วนโดยโมลอินเดียมต่อทินเป็น 8:2 ณ เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 8 ชั่วโมง ทุกช่วงอุณหภูมิแคลไซน์ พบวัฏภาคของ In_2O_3 เท่านั้น(คิวบิก) โดยอัตราส่วนของระนาบหลักมีค่าใกล้เคียงโครงสร้าง มีค่าใกล้เคียงโครงสร้าง In_2O_3 ส่วน ณ เวลาการเกิดปฏิกิริยา 10 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิการแคลไซน์ 600 องศาเซลเซียส

4. ผลการคำนวณขนาดอนุภาค พบว่า

- เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการแคลไซน์ ทำให้ขนาดอนุภาคมีขนาดเพิ่มขึ้น โดยที่สัดส่วนโดยโมลอินเดียมต่อทินเป็น 1:1 7:3 8:2 และ 9:1 เป็นไปตามสมการของอาร์เรเนียส ยกเว้น ที่อุณหภูมิการแคลไซน์ 700 องศาเซลเซียส ของสัดส่วนโดยโมลอินเดียมต่อทิน 1:1 และ 8:2 ไม่สอดคล้องตามความสัมพันธ์ของสมการอาร์เรเนียส พลังงานถูกนำมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เป็นสาเหตุให้พลังงานที่ใช้ในการขยายเกรนมีค่าลดลง

- ผงละเอียดอินเดียมทินออกไซด์ ที่สัดส่วนต่าง ๆ (1:1 7:3 8:2 และ 9:1) ณ เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 8 10 และ 12 ชั่วโมง ขนาดของอนุภาคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามสัดส่วนของทินที่ลดลง ในขณะที่ผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยาต่อขนาดอนุภาคเป็นไปอย่างไม่มีนัยสำคัญ

5. ผลการค่าแลตทิชพารามิเตอร์และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง พบว่า

- ค่าแลตทิชพารามิเตอร์เชิงเส้นตรง เมื่อปริมาณความเข้มข้นของทินไม่เกิน 10% ที่ปริมาณความเข้มข้นของทินเจือ 10% พบว่า ค่าแลตทิชพารามิเตอร์มีสูงขึ้นเมื่อปริมาณการเจือทินเพิ่มมากขึ้น มากกว่า 10% พบว่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

- เพิ่มอุณหภูมิการแคลไซน์ตำแหน่งพีกของระนาบ (222) จะเลื่อนไปทางมุมที่สูงขึ้น จนกระทั่งอุณหภูมิมากกว่า 700 องศาเซลเซียส ตำแหน่งพีกของระนาบดังกล่าวจะเลื่อนไปทางมุม 2θ ที่น้อยลง เนื่องมากจากทิศทางการการเติบโตของผลึกที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการเติบโตจากระนาบ (400) เป็น (622)

6. จากภาพถ่าย SEM ผงละเอียดอินเดียมทินออกไซด์ที่เตรียม ด้วยเทคนิคตกตะกอนผ่านถุงเซลโลเฟนมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า การตกตะกอนด้วยเทคนิคไทเทรต โดยมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 18-57 นาโนเมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาผลของสัดส่วนโดยโมลอินเดียมต่อทินในช่วงที่แคบลง (ช่วง 1-10% โดยโมล) เพื่อศึกษาผลของการเจืออินเดียมต่อการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคในช่วงที่เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

2. การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) ควรใช้อัตราการสแกนที่ละเอียดขึ้น เพื่อความแม่นยำในการคำนวณค่าแลตทิชพารามิเตอร์

3. ควรทำการศึกษาเปลี่ยนแปลงวัฏภาคที่มีต่อสมบัติทางแสงและสมบัติทางไฟฟ้าเพื่อจะทราบถึงผลข้อบกพร่องของโครงสร้างที่มีต่อสมบัติทางแสงและสมบัติทางไฟฟ้า