

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สามารถเตรียมเลดตีตาเนต ($PbTiO_3$) ได้จากเลดออกไซด์ (PbO) กับดีตาเนียมออกไซด์ (TiO_2) ในอัตราส่วน 1 : 1 โมล ด้วยการให้ความร้อน 1170 องศาเซลเซียส โดยความดันในการขึ้นรูป และเวลาที่เผาแช่ มีผลต่อเลดตีตาเนตที่เตรียมได้น้อยมาก

5.1.2 เลดตีตาเนตที่เตรียมได้มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกอยู่ในระดับ 10^3 ในช่วงอุณหภูมิ 40-500 องศาเซลเซียส ที่ความถี่ 303 เฮิร์ตซ์

5.1.3 ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกจะมีค่าเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ช่วงอุณหภูมิ 400-500 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 500 องศาเซลเซียส ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นั่นคืออุณหภูมิคูรีของเลดตีตาเนตที่เตรียมได้จะสูงกว่า 500 องศาเซลเซียส หากค่าโดยการลากเส้นสัมผัสเส้นที่ความชันสูง ๆ ตัดแกนอุณหภูมิ

5.1.4 ไม่สามารถหาค่าคงที่ไดอิเล็กตริกที่จุดสูงสุดได้ เพราะที่อุณหภูมิตั้งแต่ 400 องศาเซลเซียสขึ้นไป ความต้านทานของสารตัวอย่าง ต่ำมาก และถ้าทดลองสูงกว่า 670 องศาเซลเซียส กาวเงินที่ใช้ทำ Contact จะหลอมหลุดไปได้

5.1.5 การเตรียมสารโดยเปลี่ยนอัตราส่วน PbO กับ TiO_2 หลังจากอัตราส่วน 7 : 10 ทำให้สารที่เตรียมได้มีสมบัติทางไฟฟ้าต่างจากเลดตีตาเนตที่เตรียมได้ ดังข้อ 5.1.1

5.1.6 ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกที่ความถี่ต่ำ (10^2-10^3 เฮิร์ตซ์) มีแนวโน้มคงที่ และจะมีค่าลดลงเล็กน้อยที่ความถี่สูง ๆ (10^5 เฮิร์ตซ์)

5.1.7 เวลาในการเผาแช่ที่ 1.5 และ 2 ชั่วโมง จะให้ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูงกว่าเวลาเผาแช่ 1, 2.5 ชั่วโมง

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

5.2.1 ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูง ($40-670^{\circ}\text{C}$) ทำโดยการนำสารตัวอย่างใส่ในเตาเผาไฟฟ้า แล้วใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมความต่างศักย์ที่ปลายขดลวดในเตา ไม่สามารถควบคุมให้ลวดมีอุณหภูมิคงที่ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ได้ โดยเมื่อปรับตัวควบคุมค่าหนึ่ง อุณหภูมิที่เตาจะเพิ่มขึ้น-ลดลงในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าความจุที่วัดได้ขณะนั้น อาจไม่ใช่ค่าความจุที่อุณหภูมินั้นจริง ๆ แต่เป็นค่าใกล้เคียง ซึ่งประมาณว่าเป็นค่าที่อุณหภูมินั้น ๆ

5.2.2 วงจรการคายประจุ ที่ใช้วัดค่าคงที่ไดอิเล็กตริกที่ความถี่ต่าง ๆ เมื่อนำไปใช้วัดค่าความจุมาตรฐาน จะได้ผลดังตารางที่ ผ.45 - ผ.48 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมาก สาเหตุที่วัดค่าไม่เท่ากับค่าจริง เพราะเกิดความคลาดเคลื่อนจากการอ่านตำแหน่ง 0.37 V₀ ตัดกับเส้นกราฟ และเส้นกราฟใน Oscilloscope แม้จะปรับให้คมชัดเพียงใด แต่ขนาดของเส้นยังโตอยู่ เมื่ออ่านตำแหน่งได้ ต้องนำไปคูณกับสเกลที่ตั้งไว้ เช่น 50, 20 และ 10 ดังนั้นหากอ่านค่าจาก Oscilloscope คลาดเคลื่อนไปเล็กน้อย จะทำให้ค่าที่คำนวณได้ผิดนลาดไปด้วย

5.2.3 จากการทดลองพบว่า เลดตีตาเนตที่เตรียมได้มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกค่อนข้างสูง (1900) และมีจุดคูรีสูงเกินกว่า 500°C แต่เลดตีตาเนตก็ไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ดีได้ เพราะเลดตีตาเนตไม่ใช่สารไดอิเล็กตริกที่ดี เมื่ออุณหภูมิสูง ความต้านทานจะลดต่ำลงมาก (จาก $80\ \text{M}\Omega$ ลดต่ำกว่า $1\ \text{M}\Omega$) แต่เนื่องจากเลดตีตาเนตมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูง และจุดคูรีสูง จึงนิยมนำเลดตีตาเนตไปผสมกับสารอื่น เช่น Lead Zirconate-Lead Titanate, Barium-Lead Titanates, $\text{PbIn}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_9$ - PbTiO_3 ฯลฯ สารใหม่ที่ได้จะมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริก และอุณหภูมิคูรีสูงกว่าเดิม

5.2.4 เนื่องจากเลดตีตาเนตเป็นผลึกแบบเพอโรวสกีไดอิเล็กตริกชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องแสดงสมบัติ Piezoelectric⁽⁹⁾ ด้วย ดังนั้นจึงมีการผสมเลดตีตาเนตกับสารอื่น เพื่อศึกษาสมบัติ Piezoelectric⁽¹⁰⁾ การเตรียมเลดตีตาเนตให้มีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูง ๆ จึงมีความสำคัญมาก

5.2.5 เนื่องจากค่าความจุไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่ำกับอุณหภูมิสูง มีค่าแตกต่างกันมาก จึงต้องมีการปรับสเกลของเครื่องมือให้เหมาะสม ซึ่งในแต่ละย่านของเครื่องมือมีความละเอียดในการวัดค่าไม่เท่ากัน เช่น ย่าน 2 นาโนฟารัด วัดละเอียด 1 พิโคฟารัด, ย่าน 200 นาโนฟารัด วัดละเอียดได้ 100 พิโคฟารัด และย่าน 20 ไมโครฟารัด วัดละเอียดได้ 10 นาโน-

ฟารัด จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการปรับสเกล จะทำให้ค่าความจุที่วัดได้คลาดเคลื่อนไป ซึ่งจะส่งผลถึงค่าคงที่ไดอิเล็กตริกด้วย

อนึ่ง ในการวัดค่าความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า ที่ผ่านสารตัวอย่างที่อุณหภูมิต่าง ๆ นั้น ก็ต้องมีการปรับสเกลด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การทดลองวัดค่าความจุที่อุณหภูมิต่าง ๆ ควรมีตัวควบคุมอุณหภูมิที่คงที่ที่ค่าหนึ่ง ๆ ได้ หรือมีค่าสูง-ต่ำกว่าอุณหภูมินั้นไม่มากนัก จะทำให้ได้ค่าความจุที่อุณหภูมินั้น ๆ ถูกต้องยิ่งขึ้น

5.3.2 การทดลองที่เกี่ยวข้องสารตะกั่ว ควรมีการระวังเป็นพิเศษ เพราะสารตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะตกค้างและสะสมไว้ในร่างกาย การบด-ร่อน จะมีการฟุ้งกระจายของสาร ตลอดทั้งการเผาก็จะมีการระเหยของตะกั่ว ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกายมาก

5.3.3 ถ้วยครอบเซรามิกส์ที่ใช้ครอบสารขณะเผา มีผลต่อเลดดีตาเนตที่เตรียมได้ ดังนั้นไม่ควรใช้ถ้วยครอบปะปนกับถ้วยครอบที่ครอบสารอื่น อนึ่งสารที่เคลือบด้วยเซรามิกส์มีผลต่อความบริสุทธิ์ของสารที่เตรียมได้ถ้าเป็นไปได้ควรรใช้ platinum crucible