บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาสมบัติเบื้องต้นของสารผงสำเร็จ

- ผลจาก X rays diffraction pattern บ่งชี้ว่า ทั้งผงสารสำเร็จ ACL 4030 และ ACL 4040 เป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มประเภท PZT (lead Zirconate Titanate)
- จากผลของ DTA และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในการเผาซินเตอร์และค่าความหนาแน่นที่อุณหภูมิการเผาซินเตอร์ที่จุดต่าง ๆ พบว่า ในวิธีการเตรียมชิ้นงานเซรามิกส์โดยวิธี solid oxide ของสารผงสำเร็จ ACL 4030 มีอุณหภูมิการเผาซินเตอร์จุดที่ดีที่สุดอยู่ที่ 1200 $^{\circ}C$ และแช่ไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและใช้อัตราการขึ้นลงของอุณหภูมิเป็น 5 $^{\circ}C$ / นาที และอุณหภูมิการซินเตอร์ที่ดีที่สุดของสารผง ACL 4040 อยู่ที่ 1250 $^{\circ}C$ คงอุณหภูมิไว้ 2 ชั่วโมงโดยใช้อัตราการขึ้นลงของอุณหภูมิเป็น 5 $^{\circ}C$ / นาทีเช่นกัน
- จากภาพถ่าย SEM ของสารผงสำเร็จทั้ง ACL 4030 และ ACL 4040 พบว่า ขนาดของ Particle ของผงสารทั้ง 2 ชนิดมีค่าประมาณ 1 μm
- เมื่อนำสารผงสำเร็จทั้ง 2 ชนิดมาทำเป็นชิ้นงานเซรามิกส์รูปดิสก์ โดยใช้ บล็อกขึ้นรูปสารที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 cm. แล้วทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของสารตัวอย่าง ได้ผลดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์สมบัติของสารตัวอย่าง ACL 4030 และ ACL 4040

สมบัติของสารตัวอย่าง	ACL 4030	ACL 4040
ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย (g/cm^3)	7.76	7.85
ค่าความหดตัวเฉลี่ย (%)	19.37	20.46
ค่าความพรุนเฉลี่ย (%)	0.92	0.87
ε_r ที่ 1 kHz	60387	8247
Tan δ ที่ 1 kHz	0.0092	0.0065
Resonance frequency (kHz)	43.25	131
Antiresonance frequency (kHz)	44.57	148
Dielectric strength (kV / mm)	1.6	1.8
K_p	0.44	0.57

5.1.2 การออกแบบสารตัวอย่าง เพียโซอิเลกตริกทรานสฟอร์มเมอร์

เมื่อนำข้อมูลจาก 5.1.1 มาประมวลผลเพื่อทำการออกแบบเพื่อทำตัวเพียโซอิเลกตริกทรานสฟอร์มเมอร์ ได้ผลสรุปคือ

- ในการผลิตเซรามิกส์เพียโซอิเลกตริกทรานสฟอร์มเมอร์โดยใช้วิธี Tape casting พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้นงานเซรามิกส์มีความพรุนสูงมาก สามารถสังเกตได้โดยตาเปล่า สารตัวอย่างที่ได้หลังจากการเผาซินเตอร์แล้วมีความคงรูปน้อย สารมักจะเกิดการบิดเบี้ยวผิดรูป ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น สูตรในการเตรียม ขั้นตอนในการทำ Tape casting ไม่ดีพอ, สภาวะของการเผาขึ้นรูปไม่เหมาะสม เป็นต้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ยุติการออกแบบการผลิตชิ้นงานเพียโซอิเลกตริกทรานสฟอร์มเมอร์ไว้ตรงที่ได้เผาซินเตอร์สารตัวอย่างเสร็จสิ้นแล้ว
- การออกแบบในการผลิตชิ้นสารตัวอย่าง เพียโซอิเลกตริกทรานสฟอร์มเมอร์ ชนิด A ได้ศึกษาถึงการพยายามรวมสารเพียโซอิเลกตริก 2 ชนิดไว้ในชิ้นงานตัวเดียวกัน และศึกษาผลที่ได้ การทดลองนี้ได้ทดลองจนถึงขั้นตอนของการเผาซินเตอร์ของสารตัวอย่างเช่นกัน พบว่าหลังจากการเผาซินเตอร์และสังเกตบริเวณรอยต่อเชื่อมของสารทั้ง 2 ชนิด จะมีช่องว่างอยู่ระหว่างสารทั้ง 2 ชนิด สารไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเป็นอุปสรรคของการส่งผ่านพลัง

งานผ่านบริเวณรอยต่อเชื่อม มีโอกาสทำให้เกิดสภาพการสูญเสียพลังงานสูงมาก ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อระบบ จึงได้หยุดขั้นตอนการศึกษาไว้ที่เมื่อได้สารจากการเผาซินเตอร์แล้ว

- การออกแบบในการผลิต เพียโซอิเลกตริกทรานสฟอร์มเมอร์ ชนิด B เป็นรูปแบบที่เรียกว่า Radial mode ในงานวิจัยพบว่า ในการออกแบบการผลิตเม็ดสารตัวอย่างชนิดนี้ได้ผลอัตราส่วนของ V_{out} / V_{in} โดยใช้สารตั้งต้นที่เป็นผงสารสำเร็จ ACL 4030 และ ACL 4040 มีค่า 10.95 และ 30.06 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเทียบกับผลของ Resonance frequency ของสารทั้ง 2 ชนิดแล้ว เม็ดสารตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมจาก ACL 4030 น่าจะให้ V_{out} / V_{in} ในช่วงของ Third mode resonance frequency และเม็ดสารตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมจาก ACL 4040 น่าจะให้ค่า V_{out} / V_{in} ในช่วงของ First mode resonance frequency

5.2 วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- ในการทดลองนี้ได้ผลเบื้องต้นเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง คือสามารถที่จะผลิตตัวเพียโซอิเลกตริกทรานสฟอร์มเมอร์ ออกมาได้และสามารถวัดค่า V_{out} / V_{in} ในเบื้องต้นออกมาได้ แต่เมื่อพิจารณาจากสมการต่าง ๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทางทฤษฎี พบว่า ในการศึกษานี้จะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาก และเนื่องจากศักยภาพของเครื่องมือที่มีอยู่มีจำกัด ดังนั้น ในบางตัวแปรจึงไม่ได้มีการศึกษาวัดค่าออกมา
- ในส่วนของการเตรียมสาร เบื้องต้นในงานวิจัยนี้ได้เลือกสารผงสำเร็จเนื่องจากต้องการขจัดปัญหาเรื่องสารปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเตรียมสารตั้งต้นออกไป จึงมีข้อดีคือสามารถนำสารผงสำเร็จที่มีคุณภาพคงที่ไปใช้ในงานวิจัยได้เลย แต่ก็มีข้อเสียก็คือไม่สามารถรู้ข้อมูลเบื้องต้นของสารที่ใช้ในการเตรียม
- ผลเนื่องจากการเตรียมสารเม็ดโดยวิธีต่าง ๆ ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่จะไม่ประสบผลสำเร็จแต่ก็ได้ให้ข้อมูลพื้นฐานบางอย่างอันจะนำไปสู่การวิจัยต่อไป ในกรณีของการเตรียมโดยวิธี Tape casting ถึงแม้จะมีข้อดีคือ สามารถเตรียมสารที่มีคุณภาพคงที่ได้ในปริมาณมาก ๆ จัดเป็นข้อดีในขบวนการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม แต่ในส่วนของงานวิจัยพบว่ากลับเป็นข้อเสียอย่างหนึ่งคือจะต้องใช้สารตั้งต้นในปริมาณที่มากพอในการศึกษาด้วยเช่นกันซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองและในส่วนของการศึกษาวิธีการเตรียมชนิด A ถึงแม้ว่าในงานวิจัยนี้จะไม่ประสบผลสำเร็จดังที่หวังไว้ แต่ก็ได้ข้อมูลว่า มีโอกาสที่จะทำสำเร็จได้เช่นกัน โดยการปรับปรุงขบวนการการทดลอง ซึ่งหากเป็นผลสำเร็จก็จะสามารถนำข้อดีของสาร 2 ชนิดมาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นได้