บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิธีการขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบเซรามิก-พอลิเมอร์ชนิด 0-3 โดยใช้สารเลดเซอร์โคเนตไททาเนต (PZT) ที่เตรียมขึ้นเองเป็นเฟสของเซรามิก และสารพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (PVDF) เป็นเฟสของพอลิเมอร์ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการผสม โดยใช้สารละลายเอทานอล และสารละลายเมทิล เอทิล คีโตน (MEK) เป็นตัวกลางในการผสม ศึกษาการขึ้นรูปโดยการเผา และการ hot-press ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. สาร PZT ที่ใช้มีสูตรเป็น $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ เตรียมโดยวิธีการผสมออกไซด์ (Mixed Oxide) และนำไปผ่านการเผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าจากการตรวจสอบด้วย XRD ได้ single phase ของสาร PZT โดยมีโครงสร้างผลึกของเตตระโกนอลและรอบโบฮีดรอลรวมกันอยู่หลังการบดมีขนาดอนุภาค 1-3 ไมโครเมตร

2. PVDF ที่ใช้มีเฟสโครงสร้างผลึกปนอยู่กับเฟสอสัณฐาน โดยมีอุณหภูมิในการหลอมตัวอยู่ในช่วง 150-180 องศาเซลเซียส อนุภาคเป็น secondary particles ขนาด 4-5 ไมโครเมตร

3. การผสมสาร PZT และ PVDF พบว่าเอทานอลไม่สามารถละลาย PVDF ได้และไม่สามารถทำให้ secondary particles ของ PVDF แตกตัวได้ ดังนั้นในการกระจายตัวของ PZT และ PVDF จึงไม่สม่ำเสมอ ยังคงเกาะกันเป็นกลุ่มก้อนระหว่างอนุภาค PZT และ PVDF ส่วนสารละลาย MEK สามารถละลาย PVDF ได้และเกิดเป็นฟิล์มของ PVDF เคลือบอนุภาค PZT ภายหลังการเติม ซึ่งเป็นการเตรียมผง PZT-PVDF ที่เหมาะสมกว่าการใช้เอทานอล ก่อนที่จะนำผงที่ผสมนี้ไปขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบชนิด 0-3

4.การขึ้นรูปโดยวิธีการเผาจะมีขนาดของรูพรุนใหญ่และมีปริมาณรูพรุนมากส่วนการขึ้นรูปโดยวิธี hot-press ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมเนื่องจากทำให้ชิ้นงานที่ได้มีความหนาแน่นมากกว่าความหนาแน่นที่ได้จากการขึ้นรูปโดยวิธีอื่นที่ใช้ในการทดลอง วิธี hot-press จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบ

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับพอลิเมอร์ และเลือกใช้พอลิเมอร์ที่มีสมบัติทางเฟอร์โรอิเล็กทริก และมีความยืดหยุ่นสูง อาจหาสาร copolymer มาใช้ร่วมกับ PVDF

2. ศึกษาตัวแปรในการขึ้นรูปเพิ่มเติม เช่น การใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมกับ PVDF และสามารถทำให้ secondary particles แตกออก มีผลทำให้ PZT และ PVDF ผสมกันอย่างทั่วถึงเพื่อนำไปสู่การลดปริมาณรูพรุนในเนื้อสาร

3. การขึ้นรูปเป็นฟิล์มบาง (thin film) เป็นวิธีการขึ้นรูปที่น่ามีการศึกษา เนื่องจากการทำขั้ววัสดุเชิงประกอบจำเป็นต้องใช้สนามไฟฟ้าสูงมาก ดังนั้นสนามไฟฟ้าที่ให้เข้าไปกับความหนาของฟิล์ม อาจจะเพียงพอที่ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของไดโพลได้ ส่งผลให้สมบัติทางไฟฟ้าและค่าคงที่เพียโซอิเล็กทริกสูงขึ้นได้

4. การศึกษาสภาวะในการทำขั้ว (pole) เพิ่มเติม เช่น ศึกษาอุณหภูมิ สนามไฟฟ้าและเวลาที่ใช้ในการทำขั้วต่ออัตราส่วนเซรามิก-พอลิเมอร์ ที่เหมาะสม เพื่อสมบัติทางไฟฟ้าและเพียโซ-อิเล็กทริกที่สูงขึ้น