

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

สำหรับผลการทดลองนี้เป็นการเตรียมของผสมแบบ 0-3 ระหว่างสารพีโซอิเล็กทริกกับพอลิเมอร์ ซึ่งสารพีโซอิเล็กทริกที่เลือกใช้คือเซรามิก พีแซดที และพอลิเมอร์ที่เลือกใช้คือ พอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเซรามิกพีแซดทีกับพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูงเท่ากับ 60/40 โดยปริมาตร

ซึ่งเฟสเซรามิกที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ถูกเตรียมขึ้นมาด้วยวิธี Mixed oxide ซึ่งเตรียมจากสารประกอบออกไซด์ดังนี้คือ เลดออกไซด์ เซอร์โคเนียมออกไซด์ และดีทานเตออกไซด์ โดยใช้อัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1 : 0.52 : 0.48 ตามลำดับ แล้วทำการเจือเมงกานีสออกไซด์ประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำหนักรวม นำเซรามิกพีแซดทีที่ได้ทำการวัดสมบัติทั้งทางกายภาพและทางไฟฟ้าได้ดังนี้

1. ค่าความหนาแน่นของเซรามิกพีแซดทีเท่ากับ 1.279 %
2. ค่าความหนาแน่นของวัสดุผสมและเซรามิกพีแซดทีแสดงดังตาราง

สารตัวอย่าง	ความหนาแน่น (g/cm^3)
PZT (powder)	7.226
PZT (disk)	6.846
PZT / 1.5% C (disk)	7.33
HDPE (powder)	0.9479
HDPE (disk)	0.9526
PZT / HDPE = 60 : 40	4.755
PZT / HDPE / 1.5% C (ผสมพร้อมกัน)	4.847
1.5% C PZT / HDPE	4.877
0.75% C PZT / HDPE / 0.75% C	4.867

3. ค่า Resonance frequency = 74.60959 KHz และค่า Antiresonance frequency = 77.61461 KHz
4. ค่า planar coupling factor ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.47732

5. เปอร์เซ็นต์การหายไปของคาร์บอนแกรไฟต์ที่เผาด้วยอุณหภูมิ 1100°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยไม่ได้กลับด้วย อะลูมินาเท่ากับ 100 %
6. เปอร์เซ็นต์การหายไปของคาร์บอนแกรไฟต์ที่เผาด้วยอุณหภูมิ 1100°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยกลับด้วย อะลูมินาเท่ากับ 55.35%
7. ค่า Piezoelectric Charge coefficient D_{33} ของเม็ดเซรามิกพีแซดที่เมื่อผ่านการโพลที่สนาม 4 kv/mm เป็นเวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 236.4 PC/N
8. การเชื่อมคาร์บอนแกรไฟต์ช่วยในกระบวนการโพล โดยเมื่อเชื่อมแล้วสามารถลดสนามที่ใช้ในการโพลได้และสมบัติพีโซอิเล็กทริกยังมีค่าสูงกว่าเดิม
9. การเชื่อมคาร์บอนแกรไฟต์ในเทคนิคที่ต่าง ๆ กัน ทำให้ค่าพีโซอิเล็กทริกแตกต่างกันด้วย โดยพบว่าการเชื่อมแบบแบ่งคาร์บอนแกรไฟต์ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเชื่อมในผงพีแซดที่ก่อนเผาซินเตอร์ และผสมส่วนที่เหลือพร้อมกับพอลิเอธิลีนเป็นวิธีการเชื่อมที่ดีที่สุด โดยพบว่าการเชื่อมแบบนี้ให้ค่า Piezoelectric Charge coefficient D_{33} สูงกว่าการเชื่อมแบบอื่น ๆ ในปริมาณคาร์บอนแกรไฟต์ที่เท่ากัน
10. การเพิ่มสนามไฟฟ้าที่ใช้ในการโพลส่งผลให้ค่าพีโซอิเล็กทริกมากขึ้น
11. การเพิ่มเวลาที่ใช้ในการโพลให้นานขึ้นจะช่วยให้ค่าพีโซอิเล็กทริกมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

- 1) การเตรียมของผสมแบบ 0-3 นั้น การเตรียมมีความสำคัญมาก ต้องพยายามควบคุมให้เฟสเซรามิกกระจายตัวในเมทริกซ์พอลิเมอร์อย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในการเจาะเพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ ควรเลือกบริเวณที่มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้วิธีการทดสอบหาความหนาแน่น ถ้าความหนาแน่นใกล้เคียงกัน การกระจายตัวก็จะใกล้เคียงกัน
- 2) ในการเตรียมวัสดุผสม อัตราส่วนในการผสมมีผลต่อสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุผสมมาก ดังนั้นการชั่งมวลและการหาความหนาแน่นความค้ำึงถึงความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อลดปัญหาข้อมูลที่ได้คลาดเคลื่อน
- 3) การเตรียมเฟสเซรามิก โดยใช้วิธีการบรอนนั้น จะได้ขนาดของเซรามิกที่เท่ากันในระดับหนึ่ง แต่จะมีเฟสเซรามิกที่มีขนาดเล็กหลุดในตะแกรงร่อนมาก ดังนั้นควรจะอัดขึ้นรูปเฟสเซรามิกให้ได้ตามต้องการเลย โดยมีต้องผ่านกระบวนการบรอนเพื่อให้ได้เฟสเซรามิกที่สมบูรณ์และมีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด
- 4) การเติมเฟสตัวนำในวัสดุผสม เพื่อช่วยในการโพลดีขึ้น ส่งผลให้สมบัติต่าง ๆ ดีขึ้น แต่ในขั้นตอนการเชื่อมคาร์บอนแกรไฟต์ ในผงพีแซดที่ แล้วผ่านกระบวนการซินเตอร์ พบว่าคาร์บอน

แกรไฟต์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นการ
ทดลองจึงควรเผาซินเตอร์ในบรรยากาศ หรือกลบด้วยอลูมินา หรือควรใช้เฟสตัวนำอื่นแทน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สมบัติทั่วไปของเลดออกไซด์

General Information	
Chemical Formula	: PbO
Composition	: Molecular Weight = 223.20 gm Lead 92.83% Pb Oxygen 7.17% O
Empirical Formula	: PbO
Crystallography	
Axial Ratios	a:c = 1:1.26332
Cell Dimensions	a = 3.976 c = 5.023 z = 2 v = 79.41 Den (Calc) = 9.33
Crystal System	Tetragonal – Ditetragonal Dipyramidal H-M Symbol (4/m 2/m 2/m) Space Group: $P4/n\ mm$
X-Ray Diffraction	By Intensity (I/I ₀) 3.115(1) 2.809(0.62) 1.873(0.37)
Physical Properties	
Cleavage	[110] Distinct
Color	red
Density	9.24

สมบัติทั่วไปของเซตโคเนตออกไซด์

General Information	
Chemical Formula	: ZrO_2
Composition	: Molecular Weight = 123.22 gm Zirconium 74.03% Zr Oxygen 25.97% O
Empirical Formula	: ZrO_2
Crystallography	
Axial Ratios	a:b:c = 0.9893: 1: 1.0216
Cell Dimensions	a = 5.1477 b=5.203 c = 5.3156 z = 4; beta = 99.38 v = 140.47 Den (Calc) = 5.83
Crystal System	Monoclinic – Prismatic H-M Symbol (2/m) Space Group: P21 /C
X-Ray Diffraction	By Intensity (I/I ₀) 3.16(1) 2.826(0.8) 2.611(0.6)
Physical Properties	
Cleavage	[110] Distinct
Color	brown, brownish black, colorless green, or greenish brown
Density	5.75

สมบัติทั่วไปของดินาเนตออกไซด์

General Information	
Chemical Formula	: TiO_2
Composition	: Molecular Weight = 79.88 gm Titanium 59.94% Ti Oxygen 40.06% O
Empirical Formula	: TiO_2
Crystallography	
Axial Ratios	a:c = 1:2.50725
Cell Dimensions	a = 3.793 c = 9.51 z = 4 v = 136.82 Den (Calc) = 3.88
Crystal System	Tetragonal – Ditetragonal Dipyramidal H-M Symbol (4/m 2/m 2/m) Space Group: I41/amd
X-Ray Diffraction	By Intensity (I/I ₀) 3.51(1) 1.891(0.33) 2.379(0.22)
Physical Properties	
Cleavage	[101] Perfect, [001] Distinct
Color	Black, reddish brown, yellowish brown dark blue, or gray
Density	3.9

สมบัติทั่วไปของแกรไฟต์

General Information	
Chemical Formula	: C
Composition	: Molecular Weight = 12.01 gm Carbon 100.0% C
Empirical Formula	: C
Crystallography	
Axial Ratios	a:c = 1:2.733.76
Cell Dimensions	a = 2.464 c = 6.736 z = 4 v = 35.42 Den (Cale) = 2.25
Crystal System	Hexagonal – Dihexagonal Dipyramidal H-M Symbol (6/m 2/m 2/m) Space Group: P63/mmc Forms: $[010][001]$
X-Ray Diffraction	By Intensity (I/I ₀) 3.35(1) 1.675(0.8) 1.541(0.6)
Physical Properties	
Cleavage	$[0001]$ Perfect
Color	iron black, dark gray, black
Density	2.16