

หน้าสรุปโครงการ (Executive Summary)

ชื่อโครงการ :	การเตรียมและการตรวจสอบสมบัติของสารพีโซอิเล็กทริกที่ไม่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ ในระบบที่มีโซเดียม-โปแตสเซียมไนโอเบตเป็นฐาน
ชื่อนักวิจัย :	ดร. พรสุดา บ่มไต้
หน่วยงาน :	หลักสูตรวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ระยะเวลาโครงการ :	2 ปี (1 มิถุนายน 2548 – 31 พฤษภาคม 2550)
งบประมาณ :	480,000.00 บาท (สี่แสนแปดหมื่นบาทถ้วน)

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันเซรามิกเลดเซอร์โคเนตทิตานต ($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$, PZT) เป็นสารพีโซอิเล็กทริกที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย เช่น ตัวเก็บประจุเซรามิกแบบหลายชั้น (multilayer ceramic capacitors) ทรานสดิวเซอร์ (transducers) เซ็นเซอร์ (sensors) ตัวบันทึกหน่วยความจำแบบเฟอร์โรอิเล็กทริก (ferroelectric memories) เป็นต้น เนื่องจากสารชนิดนี้แสดงสมบัติต่างๆ ที่ต้องการได้อย่างดี

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากตะกั่วเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ เป็นปัญหาคอสิ่งแวดลอมจากการแพร่ของไอตะกั่ว ปัญหาการกำจัดสารเคมีของเสีย และ ความยากในการขจัดตะกั่วออกจากกระบวนการรีไซเคิล สิ่งนี้นำไปสู่ความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาสารจำพวกเฟอร์โรอิเล็กทริก ไพโรอิเล็กทริก พิโซ-อิเล็กทริก ชนิดใหม่ขึ้นมาแทนที่ (lead-free materials) ซึ่งสารชนิดนี้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดลอมและชีวิตมนุษย์ และแสดงสมบัติทางไฟฟ้าได้ดีเทียบเท่ากับสารเฟอร์โรอิเล็กทริกที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ

สารที่ไม่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ (non-lead based materials) หลายชนิดด้วยกันได้รับความสนใจและทำการศึกษาโดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น เช่น BaTiO_3 , $(\text{Na},\text{K})\text{NbO}_3$, $(\text{Na},\text{Bi})\text{TiO}_3$ และ $(\text{Ba},\text{Sr},\text{La})\text{NaNbO}_5$ ซึ่งสารเหล่านี้แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กทริกและพิโซอิเล็กทริกได้ดี อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้ยังไม่ได้รับการศึกษาและวิจัยมากเท่าที่ควร และยังมีสารตัวใดที่สามารถแสดงสมบัติต่างๆ ได้ดีเพื่อแทนที่สารในระบบ PZT ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาสารในระบบของ $(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)\text{NbO}_3$ ขึ้น ซึ่งสารตัวนี้เป็นสารพิโซอิเล็กทริกที่แสดงค่าสมบัติพิโซอิเล็กทริกได้ดี และมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงเดียวกับ PZT แต่สมบัติของสารชนิดนี้ก็ขึ้นกับตัวแปรต่างๆ มากมาย เช่น อัตราส่วนระหว่างโซเดียมและโปแตสเซียม ตัวเติมชนิดต่างๆ และวิธีการเตรียมสาร ซึ่งจากรายงานการ

วิจัยที่ผ่านมามีพบว่าสารชนิดนี้ยากที่จะสังเคราะห์ด้วยกระบวนการโซลิดสเตทรีแอคชันแบบดั้งเดิม (the conventional solid-state reaction method) เป็นต้น ดังนั้นการศึกษถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสร้างความเข้าใจ การสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการพัฒนาเซรามิกในระบบนี้ให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานต่อไป ในโครงการวิจัยนี้เขียนขึ้นเพื่อเริ่มการวิจัยไปสู่การพัฒนาและผลิตเซรามิกพิโซอิเล็กทริกชนิดที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

2. วัตถุประสงค์

1. เตรียมสารพิโซอิเล็กทริกในระบบใหม่ที่ไม่มีสารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ
2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเงื่อนไขที่ใช้ในการซินเตอร์ของเซรามิกสารตัวอย่าง
3. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติและโครงสร้างจุลภาคของสารในระบบ $(\text{Na,K})\text{NbO}_3$
4. ศึกษาค่าสมบัติต่างๆ ของเซรามิกที่เตรียมได้ เช่น สมบัติไดอิเล็กทริก สมบัติเพอร์โรอิเล็กทริกและสมบัติพิโซอิเล็กทริก

3. ระเบียบวิธีวิจัย

1. เตรียมเซรามิก $(\text{Na,K})\text{NbO}_3$ โดยวิธีผสมออกไซด์แบบดั้งเดิม
2. ศึกษา ปรับปรุง และพัฒนากระบวนการเตรียมสารตัวอย่าง
3. ศึกษาสัดส่วนของ $\text{Na} : \text{K}$
4. ศึกษาเงื่อนไขที่ใช้ในการแคลไซน์และซินเตอร์
5. ศึกษาชนิดและปริมาณสารเจือที่ใส่
6. ศึกษาการก่อเกิดเฟสของเซรามิกในระบบที่มีโซเดียม-โปแตสเซียมในโอเบตเป็นฐาน โดยใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD)
7. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของเซรามิกที่เตรียมได้ เช่น ความหนาแน่น โดยการแทนที่น้ำ น้ำหนักที่สูญเสียหลังการเผาโดยการชั่งน้ำหนัก
8. ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าและพิโซอิเล็กทริก ของเซรามิกที่เตรียมได้โดยใช้เครื่อง LCR meter, เครื่องวัดค่า d_{33}
9. ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเซรามิกที่เตรียมได้โดยใช้เครื่อง SEM
10. สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน

4. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

แผนการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ ในแต่ละช่วง 6 เดือน	ระยะเวลา											
	เดือนที่ 1-6			เดือนที่ 7-12			เดือนที่ 13-18			เดือนที่ 19-24		
	เดือนที่ 1-2	เดือนที่ 3-4	เดือนที่ 5-6	เดือนที่ 7-8	เดือนที่ 9-10	เดือนที่ 11-12	เดือนที่ 13-14	เดือนที่ 15-16	เดือนที่ 17-18	เดือนที่ 19-20	เดือนที่ 21-22	เดือนที่ 23-24
1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		←										→
2. เตรียมเซรามิก (Na, K)NbO ₃ โดยวิธีผสม ออกไซด์แบบดั้งเดิม	←	→										
3. ศึกษา ปรับปรุง และพัฒนากระบวนการเตรียม สารตัวอย่าง		←	→									
4. ศึกษาสัดส่วนของ Na : K			←	→								
5. ศึกษาเงื่อนไขที่ใช้ในการแคลไซน์และซินเตอร์		←	→									
6. ศึกษาชนิดและปริมาณสารเจือที่ใส่		←	→									
7. รายงานความก้าวหน้าของงานวิจัยครั้งที่ 1			◇									
8. ทราบองค์ประกอบทางเคมีของระบบ เงื่อนไขที่ใช้ ในการแคลไซน์และซินเตอร์ ชนิดและปริมาณ สารเจือที่เหมาะสม					←	→						
9. ศึกษาการก่อเกิดเฟสของเซรามิกในระบบที่มี โซเดียม-โปแตสเซียมใน โอเบคเป็นฐาน โดยใช้ เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD)				←		↗				→		
10. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของเซรามิกที่เตรียม ได้ เช่น ความหนาแน่น โดยการแทนที่น้ำ น้ำหนักที่ สูญเสียหลังการเผาโดยการชั่งน้ำหนัก					←	→						
11. รายงานความก้าวหน้าของงานวิจัยครั้งที่ 2						◇						
12. เขียนผลงานการวิจัยเพื่อตีพิมพ์เรื่องที่ 1 เกี่ยวกับอิทธิพลของเงื่อนไขแคลไซน์และ คาร์บอนเดสทอนเกินที่มีต่อการเกิดเฟสและสัณฐาน วิทยาของผง (Na _{0.5} K _{0.5})NbO ₃							↔					
13. เสนอผลงานการวิจัยในที่ประชุมวิชาการ						◇		◇	◇			
14. ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าและพีซีเอเล็กทริก ของ เซรามิกที่เตรียมได้โดยใช้เครื่อง LCR meter, เครื่องวัดค่า d ₃₁						←	→					
15. ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเซรามิกที่เตรียมได้ โดยใช้เครื่อง SEM								←	→			

แผนการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ ในแต่ละช่วง 6 เดือน	ระยะเวลา											
	เดือนที่ 1-6			เดือนที่ 7-12			เดือนที่ 13-18			เดือนที่ 19-24		
	เดือนที่ 1-2	เดือนที่ 3-4	เดือนที่ 5-6	เดือนที่ 7-8	เดือนที่ 9-10	เดือนที่ 11-12	เดือนที่ 13-14	เดือนที่ 15-16	เดือนที่ 17-18	เดือนที่ 19-20	เดือนที่ 21-22	เดือนที่ 23-24
16. รายงานความก้าวหน้าของงานวิจัยครั้งที่ 3									◊			
17. วิเคราะห์ผลการทดลอง		←									→	
18. สรุปผลการทดลองและเขียนรายงานการวิจัย											↔	↔
19. เขียนผลงานการวิจัยเพื่อตีพิมพ์เรื่องที่ 2 เกี่ยวกับการพัฒนาการของเฟส การแน่นตัว และสมบัติไดอิเล็กตริกของเซรามิกพีโซอิเล็กตริกไร้สารตะกั่ว $(0.95-x)(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{NbO}_3 - 0.05\text{LiTaO}_3 - x \text{LiSbO}_3$												↔

5. ผลงาน/หัวข้อเรื่องที่กำลังจะตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติในแต่ละปี

ปีที่ 1: ชื่อเรื่องที่กำลังจะตีพิมพ์ : อิทธิพลของเงื่อนไขแคลไซน์และคาร์บอนส่วนเกินที่มีต่อการเกิดเฟสและสัณฐานวิทยาของผง $(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{NbO}_3$

ชื่อวารสารที่กำลังจะตีพิมพ์ :

1. Journal of the European Ceramic Society
2. Journal of the American Ceramic Society
3. Journal of Materials Science
4. Materials Letters
5. Sensors and Actuators A
6. Materials Science and Engineering A

ปีที่ 2: ชื่อเรื่องที่กำลังจะตีพิมพ์ : การพัฒนาการของเฟส การแน่นตัวและสมบัติไดอิเล็กตริกของเซรามิกพีโซอิเล็กตริกไร้สารตะกั่ว $(0.95-x)(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{NbO}_3 - 0.05\text{LiTaO}_3 - x \text{LiSbO}_3$

ชื่อวารสารที่กำลังจะตีพิมพ์ :

1. Journal of the European Ceramic Society
2. Journal of the American Ceramic Society
3. Journal of Materials Science

4. Materials Letters

5. Sensors and Actuators A

6. Materials Science and Engineering B

7. Materials Research Bulletin

6. งบประมาณโครงการ (ตามระยะเวลาโครงการที่ได้เสนอรับทุน)

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	รวม
1. หมวดค่าตอบแทน	120,000	120,000	240,000
- ค่าตอบแทนหัวหน้าโครงการ	120,000	120,000	
2. หมวดค่าวัสดุ	100,000	60,000	160,000
- สารเคมี เอทานอล น้ำมันซิลิโคน ผงขัดอะลูมิเนียม หรือผงเพชร	85,000	52,000	
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสาร เช่น แม่พิมพ์สำหรับอัดสาร แท่งแม่เหล็กสำหรับหมุนผสมสาร กระจกทราย กล้องใส่สารตัวอย่าง บีกเกอร์ กระจกฟอยด์ ถุงมือยาง หน้ากากปิดจมูก	10,000	5,000	
- วัสดุสำนักงาน ถ่ายเอกสาร	5,000	3,000	
3. หมวดค่าใช้สอย	20,000	60,000	80,000
- ค่าใช้จ่ายเพื่อร่วมประชุม/เสนอผลงานวิชาการ/อบรม/ค่าเดินทางในการวิเคราะห์สารตัวอย่าง	5,000	10,000	
- ค่าวิเคราะห์สารตัวอย่าง	15,000	45,000	
- ค่าจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	-	5,000	
รวมงบประมาณโครงการ	240,000	240,000	480,000