

Abstract

This research project is divided into five main parts.

In Part I, 0-3 composites were prepared using polyethylene and lead zirconate titanate (PZT). Effect of particle size of PZT powder on the properties of the composites was studied. In order to improve the properties of the composites, carbon powder was mixed to the composites in many ways. The properties of the composites were related to the size of the PZT powder and the method of adding carbon.

In part II, PbZrO_3 (PZ) and $(\text{Pb}_x\text{Ba}_{1-x})\text{ZrO}_3$ (PBZ) ceramics were prepared. Effect of sintering temperature on phase transition and properties of these ceramics were studied. The sintering temperature affects the phase transition behavior and the properties of the ceramics. It is suggested that the phase transition behavior the PBZ ceramics might be due to the PbO loss during firing. In the present work, effects of PbO excess on the properties of $(\text{Pb}_{0.9}\text{Ba}_{0.1})\text{ZrO}_3$ (PBZ10) was also studied. The properties and the phase transitions of the PBZ10 ceramics as a function of PbO excess were also investigated and discussed.

In part III, Solid solution between normal ferroelectric of PZT and relaxor ferroelectric of Lead zinc niobate (PZN) and lead nickel niobate(PNN) were synthesized. Influence of processing conditions on the phase transition and properties of the materials was studied. The optimum processing conditions for excellent properties were identified.

In part IV, The properties of BaTiO_3 ceramics doped with TiO_2 , Bi_2O_3 and B_2O_3 was studied. The results indicated that TiO_2 , Bi_2O_3 , B_2O_3 and sintering temperature affect the properties of the ceramics. Effect of annealing temperature on the fracture properties of glass was also studied. The higher annealing temperatures could produce higher value of strength of the glass.

In Part V, A equipment for measured heart sounds was implemented. The system for measured heart sounds by using Lead Zirconate as a receiver was designed. The signal from the receiver was supplied to DAQ circuit for filter, changed from analog to digital, feed to personal computer and then display frequency spectrum of heart sounds.

บทคัดย่อ

งานวิจัยสามารถแบ่งเป็น4ส่วนดังนี้

ส่วนที่1 จะเกี่ยวข้องกับการเตรียมห้องผสมระหว่าง polyethylene(PE) และ lead zirconate titanate (PZT)แบบ0-3 โดยจะศึกษาผลของขนาดอนุภาค PZT ที่มีต่อสมบัติของผสม นอกจากนั้นแล้วยังศึกษาผลของการเจือcarbon แบบต่างๆ เพื่อช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของผสม ซึ่งพบว่าคุณสมบัติของผสมขึ้นกับขนาดอนุภาคของPZTและวิธีการเจือcarbon

ส่วนที่2 ได้รายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับการเตรียม $PbZrO_3$ (PZ) และ $(Pb_xBa_{1-x})ZrO_3$ (PBZ)เซรามิกส์ และศึกษาผลของอุณหภูมิซินเตอร์ที่มีต่อสมบัติและการเปลี่ยนเฟสของเซรามิกส์ดังกล่าว โดยพบว่าพฤติกรรมการเปลี่ยนเฟสนี้จะขึ้นกับอุณหภูมิซินเตอร์นี้ด้วยนอกจากนั้นแล้วจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเผาสารนี้ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้มีการระเหยของPbO เกิดขึ้น ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลการเติมPbOที่มีต่อสมบัติของ PBZด้วย

ส่วนที่3 สารละลายของแข็งระหว่างสาร ferroelectricธรรมดาซึ่งได้แก่ PZT และ ferroelectricแบบ relaxor ของ Lead zinc niobate หรือที่เรียกว่าPZNและ lead nickel niobate หรือที่เรียกว่า PNN ได้ถูกเตรียมขึ้น โดยในการวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการใช้กระบวนการเตรียมแบบต่างๆที่มีต่อสมบัติและการเปลี่ยนเฟสของสารที่เตรียมขึ้น ซึ่งได้ทำการหาเงื่อนไขที่ทำให้ได้คุณสมบัติที่ดีที่สุดของสารนี้

ส่วนที่ 4 เซรามิกส์ของ $BaTiO_3$ ที่เจือด้วยสารเจือต่างๆได้แก่ TiO_2 , Bi_2O_3 และ B_2O_3 ได้ถูกเตรียมและศึกษาซึ่งผลการศึกษาพบว่า คุณสมบัติและพฤติกรรมการเปลี่ยนเฟสของสารชุดนี้จะเกี่ยวข้องกับสารที่เจือแบบต่างๆและอุณหภูมิการซินเตอร์ นอกจากนั้นแล้วได้ทำการศึกษาผลของการเผาที่มีต่อสมบัติเชิงกลของแก้วซึ่งพบว่าที่การเผาที่อุณหภูมิสูงจะทำให้แก้วมีความแข็งแรงมากขึ้น

ส่วนที่ 5 ในส่วนนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับการตรวจฟังเสียงหัวใจโดยใช้เซรามิกเลดเซอร์โคเนตติตาทาเนตเป็นตัวรับสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงที่ได้จากตัวรับจะป้อนเข้าวงจร DAQ โดยวงจรนี้จะกรองสัญญาณความถี่ที่ไม่ต้องการออกโดยวงจรกรองสัญญาณก่อนที่จะป้อนเข้าวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลออกมาในรูปสเปกตรัมของเสียงหัวใจ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเซรามิกส์เลดเซอร์โคเนตติตาทาเนตสามารถใช้เป็นตัวรับสัญญาณเสียง ในระบบดังกล่าวได้

Executive summary

ได้ทำการศึกษาสมบัติและการเปลี่ยนเฟสของสารเพโรอิเล็กทริกดังนี้

1. ศึกษาผลการเตรียมของผลสมแบบ 0-3 ระหว่าง PZT($\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$) และ PE (Polyethylene) โดย

1.1. ศึกษาผลของขนาดอนุภาคที่มีต่อสมบัติของของผลสม PZT($\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$) และ Polyethylene(PE) โดยเตรียมขนาดอนุภาคของ PZT ต่างๆ กัน และผลสมกับ PE ซึ่งพบว่าค่าทางไฟฟ้า เช่น d_{33} และ ϵ_r ขึ้นกับขนาดอนุภาค โดยถ้าขนาดอนุภาคใหญ่ ค่าเหล่านี้จะดีขึ้น ซึ่งน่าจะมาจากปริมาณความไม่สมบูรณ์ของผิวที่สารทั้งสองเกาะกันลดลงเมื่อมีขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น

1.2 ศึกษาสมบัติของของผลสม PZT และ/ PE ที่เจือ carbon และไม่เจือ carbon โดย carbon ที่เจือจะเป็นตัวช่วยในการโพลสาร ผลปรากฏว่าการเจือ carbon มีผลทำให้ค่า d_{33} ในของผลสมสูงขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการเจือ carbon จะทำให้ความต้านทานของสารต่ำลง และง่ายต่อการโพล

2. ศึกษาสมบัติทางจุลภาคและการเปลี่ยนเฟสในสาร PbZrO_3 (PZ) และสาร $(\text{Pb}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{ZrO}_3$ โดย

2.1 ศึกษาผลของอุณหภูมิซินเตอร์ที่มีต่อการเปลี่ยนเฟสและสมบัติเชิงกลของ PbZrO_3 เซรามิกส์ โดยสามารถเตรียมผง PbZrO_3 โดยวิธีมิกซ์ออกไซด์ให้มีความบริสุทธิ์สูงเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์โดยการเผาแคลไซน์ ที่ 775°C ใช้เวลาแช่ 3 ชั่วโมง โดยมีอัตราขึ้นและลงของความร้อน 3°C ต่อนาที และเซรามิกในระบบ PZ มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิซินเตอร์ และมีความหนาแน่นสูงสุดที่อุณหภูมิซินเตอร์ 1200°C จากนั้นความหนาแน่นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการระเหยของตะกั่วเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์สูง จึงทำให้เกิดรูพรุน และความหนาแน่นลดลง นอกจากนั้นแล้วอุณหภูมิคูรีของเซรามิกในระบบ PZ ที่เผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน มีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิซินเตอร์ 1200°C และเซรามิกในระบบ PZ ที่เผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ มีค่าความแข็งในหน่วยวิกเกอร์ ในลำดับเดียวกัน คือประมาณ 4.50 – 5.37 GPa

2.2 ศึกษาสมบัติทางจุลภาคและการเปลี่ยนเฟสใน $(\text{Pb}_{0.9}\text{Ba}_{0.1})\text{ZrO}_3$ (PBZ10) โดยการเตรียม PBZ10 ตามสัดส่วนที่คำนวณและเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแคลไซน์และซินเตอร์

พบว่า การเปลี่ยนเฟสจาก ferroelectric ไปเป็น paraelectric จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิขึ้นเตอรืสูงขึ้นและปริมาณเฟส เฟอร์โรอิเล็กทริกจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิขึ้นเตอรืสูงที่ขึ้น

3.เตรียมและศึกษาสมบัติของสาร $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-Pb}(\text{Zr}_{1/2}\text{Ti}_{1/2})\text{O}_3$ หรือ PNN-PZN-PZT ceramics และ $x\text{Pb}(\text{Zn}_{1/2}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - (1-x)\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ หรือ PZN-PZT เซรามิก

3.1เตรียมและศึกษาสมบัติของสารในชุด $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-Pb}(\text{Zr}_{1/2}\text{Ti}_{1/2})\text{O}_3$ หรือ PNN-PZN-PZT เซรามิก พบว่าค่า ϵ_r และ T_m ของ 0.5PNN-(0.5-x)PZN-xPZT เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ PZT เพิ่ม และการเปลี่ยนจาก relaxor ferroelectric ไปเป็น ferroelectric จะเกิดเมื่อเพิ่มปริมาณ PZT นอกจากนั้นแล้วค่า (ϵ_r) มากที่สุด พบที่ $x = 0.5$ ซึ่งที่องค์ประกอบนี้ ค่า P_r , P , และ E_c มีค่า $31.9 \mu\text{C}/\text{cm}^2$, $25.2 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ และ $4 \text{ kV}/\text{min}$ ตามลำดับ

3.2 เตรียมและศึกษาสมบัติของสาร ferroelectric ในชุด $x\text{Pb}(\text{Zn}_{1/2}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - (1-x)\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ หรือ PZN-PZT เซรามิกโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีเตรียมแบบธรรมดา และวิธี columbite พบว่าการเตรียมด้วยวิธีธรรมดาจะได้อุณหภูมิการแสดงโซไนต์ต่ำกว่าวิธี columbite และเมื่อเพิ่มปริมาณ PZN สารตัวอย่างก็ต้องทำการแคลไซน์ที่อุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อที่จะให้ได้เฟสบริสุทธิ์ นอกจากนั้นแล้วที่อุณหภูมิ 900°C จะได้เฟสบริสุทธิ์ของโครงสร้าง perovskite ไม่ว่าจะเตรียมด้วยวิธีใดก็ตาม และจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงระหว่าง tetragonal และ rhombohedral ได้ชัดเจน โดย MPB จะอยู่ระหว่าง $x = 0.2$ และ 0.3 นอกจากนั้นแล้วการเผาซ้ำจะช่วยทำให้เกิดคุณสมบัติที่ดีขึ้นในบางสารตัวอย่าง

4. ศึกษาสมบัติของ Barium titanate ที่เจือด้วย TiO_2 , Bi_2O_3 และ B_2O_3

4.1 ศึกษาผลของการเจือ TiO_2 ใน BaTiO_3 พบว่าเมื่อเติม TiO_2 เพิ่มขึ้น จะเกิดเกรนที่ไม่ปกติ มีลักษณะเป็นรูปร่างคล้ายเข็มเกิดขึ้น ซึ่งขนาดของเกรนไม่ปกตินี้ขึ้นกับปริมาณ TiO_2 ที่เติมซึ่งน่าจะมีผลต่อคุณสมบัติต่างๆ (กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษา)

- 4.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิซินเตอร์ที่มีต่อ Barium titanate ที่เจือด้วย Bi_2O_3 พบว่าเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์สูงขึ้น ค่า ϵ_r จะสูงขึ้น และอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟสจะสูงขึ้นเล็กน้อย ค่า ϵ_r ที่สูงขึ้นน่าจะมาจากความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิซินเตอร์สูงขึ้น
- 4.3 ศึกษาผลของ B_2O_3 ที่มีต่อการเปลี่ยนเฟสของ $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.9}\text{Sn}_{0.1})\text{O}_3$ เซรามิกโดยการผสม B_2O_3 ใน BaTiO_3 ในปริมาณต่างๆ ตั้งแต่ 0-20 % แล้วซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1300 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลปรากฏว่าค่า ϵ_r ลดลง และค่ากราฟอุณหภูมิและ ϵ_r (ค่าไดอิเล็กตริก) board มากขึ้น นอกจากนั้นแล้ว อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- 4.4 ศึกษาผลของการ Annealing ที่มีต่อคุณสมบัติเชิงกลของแก้วพบว่าอุณหภูมิการเผามีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของแก้ว โดยเมื่อเผาอุณหภูมิสูงขึ้น ค่า strength จะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเผา เป็นการทำให้ข้อบกพร่องที่ผิวแก้วลดลง
5. ได้นำ PZT มาประยุกต์ใช้งานเป็นตัววัดการเต้นของหัวใจได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับการตรวจฟังเสียงหัวใจโดยใช้ PZT เซรามิกส์เป็นตัวรับสัญญาณเสียง ซึ่ง PZT เซรามิกส์ดังกล่าวสามารถใช้เป็นตัวรับสัญญาณเสียง ในระบบดังกล่าวได้