งานวิจัยนี้แบ่งการวิจัยได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ (1) การเตรียมเซรามิกเฟร์โรอิเล็กตริก PMN จากสารตั้งต้นต่างชนิดกัน และ (2) การศึกษาสมบัติเชิงกลของเซรามิก PMN, PZT และ PMN-PZT

งานวิจัยส่วนที่แรก จะศึกษาการเตรียมเซรามิก PMN จารตั้งต้นต่างชนิดกันโดยการผสมออกไซน์แบบสองขั้นตอน หรือที่รู้จักกันดีในนามของวิธีโคลัมไบท์ เพื่อให้ได้ผง PMN ที่มีความบริสุทธิ์สูง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเตรียมจากผงแมกนีเซียมไนโอเบต (MN) ที่มีความบริสุทธิ์เช่นกัน ผง MN ถูกเตรียมโดยวิธีการผสมออกไซด์จากสาร 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ (MN1) ประกอบด้วยแมกนีเซียมออกไซด์และไนโอเบียมออกไซด์ ส่วนกลุ่มที่ 2 (MN2) จะใช้แมกนีเซียมคาร์บอแนตไฮดรอกไซด์เพนตะไฮเดรตแทนแมกนีเซียมออกไซด์ ผลการวิเคราะห์ผงด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอ๊กซ์ พบว่าสารแมกนีเซียมคาร์บอแนตไฮดรอกไซด์เพนตะไฮเดรตช่วยให้การเตรียมผง MN บริสุทธิ์ได้ง่ายขึ้นโดยการลดอุณหภูมิแคลไซน์ได้ถึง 200°ซ จากนั้นนำผง MN ที่เตรียมได้ทั้ง 2 กลุ่มมาทำปฏิกิริยากับผงเลดออกไซด์ เพื่อเตรียมเป็นผงและเซรามิก PMN1 และ PMN2 ตามลำดับ โครงสร้างทางจุลภาคของเซรามิกแสดงไพโรคลอร์เกรนรูปร่างปิรามิดจำนวนไม่มากกระจายอยู่ท่ามกลางเกรนของ PMN ขนาดเฉลี่ยของเกรนเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเผาซินเตอร์ ซึ่งขนาดเกรนของเซรามิก PMN1 นั้นมีแนวโน้มที่จะใหญ่กว่าขนาดเกรนของเซรามิก PMN2 ความแตกต่างของโครงสร้างทางจุลภาคจะส่งผลต่อความแตกต่างของสมบัติต่างๆของเซรามิกดังกล่าว

งานวิจัยส่วนที่ 2 จะศึกษาสมบัติเชิงกลของเซรามิก PMN, PZT และ PMN-PZT และอิทธิพลของการสร้างขั้วไฟฟ้าที่มีผลต่อลักษณะทางกลของเซรามิกโดยใช้เทคนิคการกดแบบต่างๆ โดยจะเตรียมเซรามิก xPMN–$(1-x)$PZTด้วยวิธีผสมออกไซด์ในอัตราส่วนที่ x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ตามลำดับ หลังจากนั้นจะทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างทางจุลภาคด้วย ต่อมาเซรามิกที่อัตราส่วนต่างๆ ซึ่งมีความหนาแน่นสูงจะถูกเลือกและถูกสร้างขั้วไฟฟ้าก่อนทำการศึกษาสมบัติเชิงกลต่อไป ในเซรามิกที่ผ่านการสร้างขั้ว พบว่า ความยาวของรอยแยกในแนวรัศมีจะขึ้นกับทิศทางการหมุนของโดเมนเฟร์โรอิเล็กตริก ที่มีผลมาจากทิศทางของการสร้างขั้วไฟฟ้าจะส่งผลกระทบต่อค่าความต้านทางต่อรอยแยก (K_{IC}) อย่างไรก็ตาม การหมุนของโดเมนนี้ไม่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแบบวิกเกอร์ (H_V) ความแข็งแบบนูป (H_K) และค่าโมดูลัสของยัง (E) ซึ่งค่าเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนโดยโมลของ PZT ในส่วนผสมของเซรามิก PMN-PZT

TE 159824

This project can be separated into 2 main parts which are (1) the preparation of ferroelectric PMN ceramics from different starting precursors and (2) the mechanical study of PMN, PZT and PMN-PZT ceramics.

The first part of the project, PMN ceramics were fabricated from different starting precursors using a two-step mixed oxide or a well-known columbite method. To receive high purity PMN powders, an optimization for high purity $MgNb_2O_6$ (MN) powders was crucial. The MN were prepared using a mixed-oxide method from 2 different starting precursors. Group 1 (MN1) consisted of MgO and Nb_2O_5, while $(MgCO_3)_4.Mg(OH)_2.5H_2O$ was used instead of MgO in group 2 (MN2). It was found that calcination temperatures of MN powders could be reduced about 200°C by using $(MgCO_3)_4.Mg(OH)_2.5H_2O$ instead of MgO as a base precursor. Both MN powders then reacted with PbO to form the PMN1 and PMN2 powders and formed into ceramics. Ceramic microstructures showed a small amount of pyramidal pyroclore grains dispersed among the equiaxed PMN grains. Average grain size increased with sintering temperatures, where the PMN1 grains trended to be larger than those found in PMN2 ceramics. Differences in microstructure also gave rise to the difference in other properties.

The second part of the project studied mechanical properties of PMN, PZT and PMN-PZT ceramics. Effects of electrical poling on these mechanical characteristics were also investigated using indentation techniques. The ceramics with the formula xPMN–$(1-x)$PZT where x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 were fabricated using a mixed-oxide method. Physical and microstructural characteristics of the ceramics were observed. The densest ceramics of different PMN-PZT compositions were selected and subjected to electrical poling before mechanical investigations. In poled ceramics, the radial crack length was dependent on the orientation of ferroelectric domains with respect to the poling direction which affected the K_{IC}. However, the domain reorientation had no effect on H_V, H_K and E. These values trended to reduce as increasing the mole ratio of PZT in PMN-PZT ceramics.