

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันมีการนำสารเซรามิกที่มีสมบัติเพอร์โรอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น เลดแมกนีเซียมไนโอเบต ($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ หรือ PMN) เลดซิงก์ไนโอเบต ($\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ หรือ PZN) เลดเซอร์โคเนตไทเทเนต ($\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ หรือ PZT) เลดอินเดียมไนโอเบต ($\text{Pb}(\text{In}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ หรือ PIN) และสารเซรามิกเลดไทเทเนต (PbTiO_3 หรือ PT) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น ตัวเก็บประจุ (capacitors) เซ็นเซอร์ (sensors) ลำโพง (speakers) ตัวขับเคลื่อน (actuators) เป็นต้น[1] แต่อย่างไรก็ตามสารเพอร์โรอิเล็กทริกแต่ละชนิดก็ไม่ได้มีสมบัติเพอร์โรอิเล็กทริกที่ดีทุกด้าน ขึ้นกับลักษณะการใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น เลดแมกนีเซียมไนโอเบต (PMN) ซึ่งเป็นสารเพอร์โรอิเล็กทริกที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant ϵ_r) ที่สูงมาก (วัดที่อุณหภูมิห้องโดยใช้ความถี่ 100 เฮิร์ตซ์ มีค่า ϵ_r ประมาณ 13000) แต่กลับมีอุณหภูมิคูรีต่ำ (Curie temperature T_c) (มีค่าประมาณ -10 องศาเซลเซียส)[2,3] ทำให้การใช้งานค่อนข้างจำกัด ดังนั้นเพื่อเป็นการปรับปรุงสมบัติด้านต่างๆของสารเพอร์โรอิเล็กทริกให้ดีขึ้น จึงได้นำสารเพอร์โรอิเล็กทริกที่ต่างชนิดกันมารวมกัน เช่น เลดแมกนีเซียมไนโอเบต (PMN) รวมกับเลดไทเทเนต (PT) เป็นเลดแมกนีเซียมไนโอเบต-เลดไทเทเนต (PMN-PT) เลดอินเดียมไนโอเบต (PIN) รวมกับเลดไทเทเนต (PT) เป็นเลดอินเดียมไนโอเบต-เลดไทเทเนต (PIN-PT) เป็นต้น

เลดแมกนีเซียมไนโอเบต-เลดไทเทเนต (PMN-PT) เป็นสารเพอร์โรอิเล็กทริกที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเลดแมกนีเซียมไนโอเบต (PMN) และเลดไทเทเนต (PT) เนื่องจากเลดแมกนีเซียมไนโอเบต (PMN) มีสมบัติไดอิเล็กทริกที่ดีมาก (dielectric properties) แต่มีอุณหภูมิคูรีต่ำ แต่เลดไทเทเนต (PT) มีอุณหภูมิคูรีที่สูง (T_c) (มีค่าประมาณ 490 องศาเซลเซียส) ดังนั้นเมื่อรวมสารทั้งสอง จึงทำให้ได้สารที่มีสมบัติไดอิเล็กทริกที่ดี และยังมีอุณหภูมิคูรีสูงขึ้น[4,5]

เลดอินเดียมไนโอเบต-เลดไทเทเนต (PIN-PT) เป็นสารเพอร์โรอิเล็กทริกที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเลดอินเดียมไนโอเบต (PIN) และเลดไทเทเนต (PT) ทั้งนี้เลดอินเดียมไนโอเบต (PIN) เป็นสารเพอร์โรอิเล็กทริกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจมาก เนื่องจากสามารถเปลี่ยนสถานะจากความเป็นรีแลกเซอร์ (relaxor) ให้กลายเป็นแอนติเพอร์โรอิเล็กทริกได้ด้วยการอบอ่อน (anneal) อย่างไรก็ตามเลดอินเดียมไนโอเบต (PIN) เมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นรีแลกเซอร์นั้นมีอุณหภูมิคูรีต่ำ (T_c) (มีค่าประมาณ 66 องศาเซลเซียส) จึงได้นำมารวมกับเลดไทเทเนต (PT) เพื่อหวังว่าจะทำให้สามารถรวมข้อดีและลดข้อเสียลง เพื่อให้ได้สารที่มีสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ดียิ่งขึ้น [6,7]

เลเซอร์โคเนตไทเทเนต-เลเซอร์คิงไนโอเบต (PZT-PZN) เป็นสารเพอร์โรอิเล็กทริกที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเลเซอร์โคเนตไทเทเนต (PZT) และเลเซอร์คิงไนโอเบต (PZN) โดยเลเซอร์คิงไนโอเบตเป็นสารเพอร์โรอิเล็กทริกที่มีสมบัติเป็นรีเล็กเซอร์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากนิยมนำไปประยุกต์ใช้ในทรานสดิวเซอร์ และตัวขับเคลื่อน แต่อย่างไรก็ตามในการเตรียมเลเซอร์คิงไนโอเบตมักจะมีเฟสไพโรคลออร์ (pyrochlore) เกิดขึ้นเสมอ ซึ่งจะทำให้สมบัติทางไฟฟ้าของเลเซอร์คิงไนโอเบตมีค่าน้อยลง ดังนั้นจึงได้นำเลเซอร์คิงไนโอเบตไปรวมกับเลเซอร์โคเนตไทเทเนตเพื่อลดการเกิดเฟสไพโรคลออร์ และทำให้สมบัติทางไฟฟ้าดีขึ้น [8]

อย่างไรก็ตามในการนำสารเซรามิกเพอร์โรอิเล็กทริกไปประยุกต์ใช้งานจริงนั้น สารเซรามิกมักถูกใช้งานภายใต้สภาวะที่มีความเค้น ซึ่งอาจจะทำให้สมบัติของสารเกิดการเปลี่ยนแปลงตามสภาวะความเค้นที่แตกต่างกัน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบอุปกรณ์และเลือกใช้สารให้เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยทั่วไปในการวัดค่าต่างๆ ส่วนใหญ่มักเป็นค่าที่ทำการวัดเมื่อสารอยู่ในสภาวะที่ไม่มีความเค้นซึ่งไม่ตรงกับสภาวะของการใช้งานจริง จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การคำนวณและออกแบบอุปกรณ์ผิดพลาดได้ ดังนั้นการศึกษาถึงสภาวะที่มีความเค้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆ ของสารเซรามิก จึงเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้งานต่อไป

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงสนใจในการศึกษาถึงผลของความเค้นแบบแกนเดียวต่อสมบัติไดอิเล็กทริกของเซรามิกในระบบเลดแมกนีเซียมไนโอเบต-เลดไทเทเนต เลดอินเดียมไนโอเบต-เลดไทเทเนต และเลเซอร์โคเนตไทเทเนต-เลเซอร์คิงไนโอเบต ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ กัน และที่ถูกทำขั้ว (poled) และไม่ถูกทำขั้ว (unpoled) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการนำสารดังกล่าวไปประยุกต์ใช้งาน โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลของความเค้นแบบแกนเดียวที่มีต่อสมบัติไดอิเล็กทริกของสารเซรามิกในระบบ PMN-PT, PIN-PT, PZT-PZN
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และสมบัติไดอิเล็กทริกของสารเซรามิกในระบบ PMN-PT, PIN-PT, PZT-PZN ภายใต้อิทธิพลของความเค้นแบบแกนเดียว
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะการทำขั้ว และสมบัติไดอิเล็กทริกของสารเซรามิกในระบบ PMN-PT, PIN-PT, PZT-PZN ภายใต้อิทธิพลของความเค้นแบบแกนเดียว