

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

สารเซรามิกเฟอร์โรอิเล็กทริก (ferroelectric materials) ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานกันอย่างมากมาย โดยเฉพาะในด้านการสร้างตัวขับเคลื่อน (actuator) ตัวแปลง (transducer) และในเทคโนโลยีทางด้านอื่นๆ เช่น เครื่องฉายภาพกำลังสูง (high-power projector) ซึ่งในการประยุกต์ใช้งานเหล่านี้ สารเซรามิกจะถูกใช้ในสถานะที่มีค่าสนามไฟฟ้าสูง

ในสารเฟอร์โรอิเล็กทริกนั้นจะมีโพลาไรเซชันแบบเกิดขึ้นเอง (spontaneous polarization: P_{sat}) ที่สามารถสลับทิศทาง (switch) หรือจัดเรียงใหม่ (reorient) ได้ ด้วยการให้สนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นสมบัติทางไฟฟ้าที่สำคัญของวัสดุเฟอร์โรอิเล็กทริกที่ทำให้แตกต่างไปจากวัสดุเพียโซอิเล็กทริกชนิดอื่นๆ การสลับทิศทางของโพลาไรเซชันสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยวงวนฮิสเทอรีซิส (hysteresis loop) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโพลาไรเซชันกับสนามไฟฟ้า โดยสามารถวัดได้ด้วยการใช้วงจรซอว์เออร์-ทาวเวอร์ (Sawyer-Tower circuit) ซึ่งการวัดวงวนฮิสเทอรีซิสนี้สามารถทำให้เข้าใจถึงกลไกการเกิดโพลาไรเซชันภายในสารเฟอร์โรอิเล็กทริกได้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

การศึกษาโครงการนี้จึงได้ให้ความสนใจในการศึกษาสมบัติฮิสเทอรีซิสของสารเซรามิกเฟอร์โรอิเล็กทริก ด้วยการใช้อุปกรณ์วงจรซอว์เออร์-ทาวเวอร์ ศึกษาถึงอิทธิพลของสนามไฟฟ้าต่อลักษณะการเกิดโพลาไรเซชัน และการเปลี่ยนแปลงของตัวเก็บประจุที่ใช้ในวงจรต่อลักษณะของวงวนฮิสเทอรีซิสที่เกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ ดัง ต่อไปนี้

- เพื่อศึกษารูปแบบวงวนฮิสเทอรีซิสของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก และ เพื่อศึกษาการเตรียมชิ้นงานของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก ด้วยกระบวนการสร้างแบบเทคนิคโคลัมไบต์ (Columbite) เพื่อศึกษาระบบควบคุมเครื่องมือวัด และการแสดงผล ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยการใช้โปรแกรม LabVIEW

- เพื่อศึกษาถึงวงวนฮีสเทอรีซิสของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก ซึ่งมีผลกระทบต่อสมบัติทางไฟฟ้าและทางกล เมื่อเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า และความจุไฟฟ้ากับวงจรซอร์-ทาวเวอร์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนั้นขอบเขตของการศึกษาจึงเริ่มต้น ดังนี้

- ศึกษารายละเอียดด้านต่างๆ รวมถึงกระบวนการสร้างของสารเฟอร์โรอิเล็กทริก
- ศึกษา และทำความเข้าใจเกี่ยวกับวงวนฮีสเทอรีซิสของสารเฟอร์โรอิเล็กทริก
- ศึกษา และจัดเตรียมวงจรซอร์-ทาวเวอร์ ที่ใช้วัด
- ศึกษา และเขียน โปรแกรมควบคุมการวัด และแสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW โดยผ่านระบบเชื่อมต่อแบบ GPIB (General Purpose Interface Bus) หรือชื่อมาตรฐาน คือ IEEE 488
- ทำการตรวจสอบ และวิเคราะห์ผลการทดลองสมบัติฮีสเทอรีซิสของสารเฟอร์โรอิเล็กทริก ที่นำมาวัด
- สรุปผลการศึกษา และจัดทำรายงาน

1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน

- ศึกษา และค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์
- เตรียมวงจรซอร์-ทาวเวอร์ ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้ในการวัด
- จัดเตรียมสารเซรามิก โซเดียมโรโอเบต และนำมาวัดหาคณะสมบัติทางเฟอร์โรอิเล็กทริกฮีสเทอรีซิส โดยการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้า (V_s) และค่าความจุไฟฟ้า (C_0) ตามลำดับ เพื่อศึกษาผลที่มีต่อลักษณะของวงวนฮีสเทอรีซิส
- เปรียบเทียบผลการวัดด้วยวงจรซอร์-ทาวเวอร์กับการวัดด้วยเทคนิคการวัดแบบอื่น

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- เข้าใจถึงวิธีการเตรียมสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก และสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิกชนิดอื่นๆ ที่มีลักษณะการจัดเตรียมในลักษณะเดียวกันได้
- สามารถวัด และระบุสมบัติที่สำคัญของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก ที่นำมาวัดได้
- สามารถหาค่าโพลาริเซชันอิ่มตัว (P_{sat}) ของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก ที่นำมาวัดได้
- สามารถเข้าใจการจัดเรียงตัวของโดเมน (domain) ของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก

1.6 รายละเอียดของรายงาน

ในรายงานเล่มนี้ แบ่งเนื้อหาทั้งหมด 6 บท โดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- บทที่ 1 เป็นบทนำ โดยกล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของการศึกษา ตลอดจนวิธีการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อถัดมากล่าวถึงผลที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาโครงการนี้ และในตอนสุดท้ายได้กล่าวถึงรายละเอียดของเนื้อหา เพื่อให้ผู้สนใจได้ทราบถึงขอบเขตของการเขียนรายงานเล่มนี้
- บทที่ 2 เป็นส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะและสมบัติต่างๆ ของวัสดุเพียโซอิเล็กทริก จากนั้นได้กล่าวถึงผลึกเฟอร์โรอิเล็กทริกที่มีโครงสร้างเป็นเพอโรสสไกต์ที่มีหลายลักษณะเพื่อให้เข้าใจพอสังเขป ในหัวข้อถัดมาได้อธิบายถึงวัสดุเฟอร์โรอิเล็กทริก ซึ่งแบ่งได้เป็นแบบปกติ, แบบแอนติเฟอร์โรอิเล็กทริก และแบบบริแลกเซอร์เฟอร์โรอิเล็กทริก และในหัวข้อสุดท้ายได้กล่าวถึงการวัดเฟอร์โรอิเล็กทริกฮิสเทอรีซิส โดยใช้วงจรถอว์เยอร์-ทาวเวอร์
- บทที่ 3 กล่าวถึงการเตรียมชิ้นงานของเซรามิก ตั้งแต่สารเคมีเริ่มต้นที่ใช้ในการทดลอง อุปกรณ์การทดลองที่เกี่ยวข้อง จนกระทั่งถึงกระบวนการเตรียมผงผลึก และสุดท้ายได้กล่าวถึงการตรวจสอบสมบัติของเซรามิก ที่เตรียมขึ้นด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ ตามหลักของแบรค จากเครื่อง X-ray diffractometer
- บทที่ 4 เป็นการอธิบายเกี่ยวกับระบบการวัดวงวนฮิสเทอรีซิส ด้วยโปรแกรม LabVIEW รุ่น 8.5 รวมถึงวิธีใช้และรายละเอียดของโปรแกรม LabVIEW เบื้องต้น
- บทที่ 5 เป็นส่วนของการระบุชิ้นงาน โครงสร้างของสารที่นำมาวัด รวมไปถึงการทดลองในการหาค่าต่างๆที่มีผลต่อ การวัดวงวนฮิสเทอรีซิส
- บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง