บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันวัสดุอิเล็กโทรเซรามิก ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มากมาย และได้รับการพัฒนาก้าวหน้าไปมาก มีสินค้าแปลกใหม่ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานสูงใช้ในอุตสาหกรรมและครัวเรือนทั่วไป การที่อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์พัฒนาก้าวรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วนั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการค้นพบวัสดุที่มีสมบัติด้านอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ ๆ หลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุประเภท เซรามิกใหม่ (new ceramic) ที่เรียกว่าอิเล็กทรอนิกส์เซรามิก (electronics ceramic) ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น อาทิเช่น สารในกลุ่มเพียโซอิเล็กทริก (piezoelectric) วัสดุเพียโซ-อิเล็กทริกเป็นวัสดุที่นำมาใช้ในระบบเครื่องมือทางไฟฟ้าเชิงกลที่อยู่ในเรือนไมโครเมตร (microelectro-mechanical systems) เนื่องจากว่าวัสดุกลุ่มนี้มีสมบัติต่างๆที่เหมาะสำหรับนำมาประยุกต์ใช้งาน [1-4] โดยได้มีการนำวัสดุเพียโซอิเล็กทริกไปใช้อย่างกว้างขวางใน ตัวเก็บประจุ (capacitors) ทรานสดิวเซอร์ (transducers) แอคซูเอเตอร์ (actuators) และเซนเซอร์ (sensors) และนอกจากนี้วัสดุเพียโซอิเล็กทริกยังได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการสื่อสารทางโทรศัพท์และระบบดิจิตอล และอื่นๆ เนื่องจากว่าวัสดุกลุ่มนี้มีสมบัติไดอเล็กทริก สมบัติทางไฟฟ้าเชิงกล (electromechanical) สมบัติไฟฟ้าเชิงแสง (electrooptical) สมบัติไพโรอิเล็กทริก (pyroelectric) และสมบัติเพียโซอิเล็กทริกที่ดีมาก [5-6]

สาร $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ (PZT) เป็นสารเฟร์โรอิเล็กทริกที่เป็นสารละลายของแข็งระหว่างเลดเซอร์โคเนต ($PbZrO_3$) กับ เลดไททาเนต ($PbTiO_3$) มีโครงสร้างผลึกเป็นแบบเพร์รอฟสไกต์ (perrovskite) ซึ่งมีสูตรทั่วไปว่า ABO_3 อัตราส่วนระหว่าง Zr/Ti จะมีความสำคัญอย่างมากในการทำให้เซรามิกมีสมบัติเพียโซอิเล็กทริกที่ดี สูตรที่นิยมเตรียมกันก็คือ สัดส่วนระหว่างเลดเซอร์โคเนตต่อเลดไททาเนต (Zr/Ti) เป็น 0.52:0.48 ซึ่งเป็นสัดส่วนองค์ประกอบที่อยู่ในบริเวณรอยต่อเฟส (Morphotropic Phase Boundary : MBP) ระหว่างเฟสเตตระโกนอล (tetragonal) และเฟสรอมโบฮีดรอล (rhombohedral) [6] การดัดแปลงองค์ประกอบในสาร PZT เช่นการเจือสารที่มีไอออนที่

เท่ากัน ไอออนที่มากกว่าหรือไอออนที่น้อยกว่าแทนที่ในตำแหน่งของ A หรือ B ในโครงสร้าง ABO_3 ของ PZT ทำให้สามารถนำวัสดุนี้มาใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอิเล็กโทรแมกคานิคอลเซนเซอร์ (electromechanical sensors) ไพโรอิเล็กทริกดีเทกเตอร์ (pyroelectric detector) หน่วยความจำเฟร์โรอิเล็กทริกแบบสุ่ม (Ferroelectric random access memory devices; FRAMs) อุปกรณ์ตรวจจับ (sensor) อิเล็กโทรออฟติคอล (electro-optical modulators) และ อินฟาเรดดีเทกเตอร์ (infarad detector) [7-9] เนื่องจากวัสดุในระบบนี้มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกสูง สามารถทำการเหนี่ยวนำให้เกิดการนำไฟฟ้าได้ง่าย มีค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริกที่ดี ค่าสัมประสิทธิ์คู่ควบไฟฟ้าที่ดี สภาพต้านทานที่สูง นอกจากนี้การประยุกต์ใช้งานของเซรามิกเพียโซอิเล็กทริก PZT ได้รับความสนใจนำมาใช้ในอุปกรณ์ตรวจจับคลื่นเสียงที่ผิว (surface acustic wave sensor; SAW) [10-11] โดยการการดัดแปลงในเซรามิกเพียโซอิเล็กทริก PZT ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ SAW ทำโดยการเจือสารเพื่อดัดแปลงองค์ประกอบเพื่อให้ได้สมบัติความเร็วเฟสพื้นผิวที่สูง สัมประสิทธิ์คู่ควบไฟฟ้าเชิงกล และสมบัติเพียโซอิเล็กทริกที่สูง อย่างไรก็ตามการใช้เซรามิกเพียโซอิเล็กทริกก็มีข้อจำกัดโดยมีการสูญเสียที่เกิดจากการกระจายที่ค่อยข้างสูงที่ความถี่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุผลึกเชิงเดี่ยว

งานวิจัยนี้จึงมีแนวทางที่จะพัฒนาสารในกลุ่มเพียโซอิเล็กทริกทั้งในรูปแบบของการเตรียม การเจือสาร และการขึ้นรูป เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานด้านตัวตรวจจับเพียโซอิเล็กทริก โดยทำการเตรียมสารเพียโซอิเล็กทริกที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลัก หาองค์ประกอบที่เหมาะสมและการนำสารที่เตรียมได้มาประยุกต์ใช้เป็นตัวตรวจจับเพียโซอิเล็กทริกเซรามิกต่อไป ดังนั้นในการสร้างตัวตรวจจับที่จะนำไปใช้งานหนึ่งๆ อาทิ ตัวตรวจจับความดัน หรือตัวตรวจจับคลื่นกล ตัวตรวจจับคลื่นเสียง ต้องมีการเลือกและพัฒนาสมบัติ เช่น สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางด้านไฟฟ้าต่างๆ ให้เหมาะสม อีกทั้งการขึ้นรูปสารเซรามิกยังมีหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการขึ้นรูปทางกล หรือทางเคมี จากนั้นนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับที่นำไปใช้ให้ถูกกับงานได้เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษา พัฒนาการเตรียมและศึกษาสมบัติของสารเพียโซอิเล็กทริกที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนต (PZT) เป็นองค์ประกอบหลัก ให้เหมาะสมกับการใช้งานในการทำเป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพียโซอิเล็กทริก

2. เพื่อศึกษาหาเงื่อนไข สัดส่วนองค์ประกอบที่เหมาะสมในขั้นตอนการเตรียมสารเพียโซอิเล็กทริกที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลัก
3. เพื่อนำสารเพียโซอิเล็กทริกที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลักมาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ตัวตรวจจับในสภาวะที่ใช้งานได้จริง

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์

1. มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้สารเพียโซอิเล็กทริกที่มีเลดเซอร์โคเน่ตไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลักมากยิ่งขึ้น และสามารถหาเงื่อนไข สัดส่วนองค์ประกอบ ของสารเพียโซอิเล็กทริกที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลักที่เหมาะสมในการที่จะนำมาประยุกต์ในตัวตรวจจับเพียโซอิเล็กทริก
2. สามารถพัฒนาสารเพียโซอิเล็กทริกที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนตเป็นองค์ประกอบหลัก ให้มีสมบัติที่เหมาะสมในการทำเป็นอุปกรณ์ตรวจจับอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานได้จริงและมีความแม่นยำสูง
3. สามารพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับที่มีเลดเซอร์โคเนตไททาเนตเป็นองค์ประกอบ มาใช้งานได้หลากหลายมากกว่าในปัจจุบันได้
4. สามารถสร้างความร่วมมือทางด้านงานวิจัยในลักษณะบูรณาการระหว่างนักวิทยาศาสตร์สองสถาบันเพื่อนำความเชี่ยวชาญของสาขาทั้งสองคือ สาขาวัสดุศาสตร์ อิเล็กทรอนิกส์ และสาขาทางด้านอุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อหาความเป็นไปได้ในการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบของตัวตรวจจับเพียโซอิเล็กทริกให้ใช้งานได้จริงและนำไปสู่เชิงพาณิชย์ได้ในที่สุด