

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เป็นเวลากว่า 10 ปีมาแล้ว ที่ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเตรียมแผ่นฟิล์มบางของสารที่มีโครงสร้างผลึกเป็นแบบเพอร์รอฟสไกต์ (perovskite structure) โดยเฉพาะฟิล์มบางของสารที่มีองค์ประกอบเป็น เลดเซอร์โคเนตไททาเนต (Lead zirconate titanate, PZT) ซึ่งเตรียมโดยกระบวนการซอลเจล (sol-gel process) ซึ่งเหมาะกับการใช้งานโดยเฉพาะด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (microelectric device) [1] เพราะสารซึ่งเตรียมขึ้นจากกระบวนการซอลเจลนั้น สามารถสร้างฟิล์มบางของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกบนแผ่นรองรับชนิดต่างๆ เช่น แผ่นรองรับซิลิกอน (Silicon substrate), แผ่นรองรับแซฟไฟร์ (sapphire substrate) และแผ่นรองรับชนิดอื่นๆ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์ของวงจรรวม (integrated circuit, IC) [2] สมบัติที่ทำให้ฟิล์มบางที่เป็นสาร PZT เป็นที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลาย ก็เนื่องมาจากการที่มีค่าสัมประสิทธิ์ทางไพโรอิเล็กทริก และเพียโซอิเล็กทริก (pyroelectric and piezoelectric coefficient) สูง ทั้งยังมีค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ (relative permittivity,  $\epsilon_r$ ) รวมทั้งค่าเรมาแนนซ์โพลาริเซชัน (remanance polarization,  $P_r$ ) ที่มีค่ามากอีกด้วย มีการนำฟิล์มของสาร PZT ไปประยุกต์ใช้งานด้านอุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์อย่างแพร่หลาย [3-5] เช่น surface acoustic wave (SAW), pyroelectric detectors, piezoelectric resonator, nonvolatile memory (SRAM) และ random access memory (RAM) เป็นต้น

การสร้างฟิล์มบางของสาร PZT ในระยะแรก [6-8] เริ่มจากวิธีการของ physical vapor deposition และ metal organic chemical vapor deposition (MOCVD) อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวมีความซับซ้อน และต้องอาศัยการควบคุมองค์ประกอบทางเคมีของระบบที่มีหลายองค์ประกอบ เพื่อให้เนื้อฟิล์มที่เตรียมขึ้นมามีความสม่ำเสมอ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้กระบวนการของซอลเจล เริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญ เนื่องมาจากมีข้อได้เปรียบตรงที่มีความสม่ำเสมอของโมเลกุลในเนื้อฟิล์มสูง มีอัตราการสร้างฟิล์มได้สม่ำเสมอ อีกทั้งยังมีต้นทุนในการผลิตต่ำ สำหรับกระบวนการขั้นพื้นฐานของการเตรียมฟิล์มบางโดยกระบวนการของซอลเจล จะเริ่มจากการเตรียมสารตั้งต้นหรือเรียกโดยย่อว่าซอล (sol) สำหรับเทคนิคที่ใช้ในการสร้างแผ่นฟิล์มลง

บนแผ่นรองรับนั้นเรียกว่าเทคนิค สปินโคทติง (spin-coating) หรืออีกเทคนิคหนึ่งคือ ดิปโคทติง (dipped-coating) เพื่อใช้ในการสร้างฟิล์มลงบนแผ่นรองรับ โดยจะเปลี่ยนไซล ที่เคลือบบนผิวของแผ่นรองรับให้กลายเป็น เจลและกลายเป็นฟิล์มของเซรามิก PZT ในที่สุด ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่ทำให้สมบัติต่างๆของแผ่นฟิล์มบาง PZT ซึ่งเตรียมได้โดยวิธีนี้มีค่าแตกต่างกันไป อาทิ เช่น ชนิดของแผ่นรองรับ, อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาแผ่นฟิล์ม, อัตราส่วนของ Zr:Ti , ปริมาณตะกั่วส่วนเกิน ตลอดจนสารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ซอล

ในงานวิจัยนี้จะให้ความสนใจในการศึกษาการเตรียมแผ่นฟิล์มบางของสาร PZT ด้วยกระบวนการซอลเจล ร่วมกับเทคนิคสปินโคทติง โดยจะศึกษาถึงผลกระทบของรูปแบบของอุณหภูมิการเผาแผ่นฟิล์มบางของ PZT ซึ่งเตรียมแบบ multilayer ต่อสมบัติทางไฟฟ้า สมบัติเพอร์โรอิเล็กทริก โครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึกของแผ่นฟิล์มบางดังกล่าว

## 1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษารูปแบบของอุณหภูมิการเผาที่เหมาะสมในการเตรียมแผ่นฟิล์มบาง PZT แบบ multilayer ซึ่งเตรียมด้วยวิธีซอลเจลร่วมกับเทคนิคสปินโคทติง
2. เพื่อศึกษาถึงรูปแบบของอุณหภูมิการเผาที่มีต่อสมบัติทางไฟฟ้า สมบัติเพอร์โรอิเล็กทริก โครงสร้างจุลภาค และโครงสร้างผลึกของแผ่นฟิล์มบาง PZT
3. เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และหาแนวทางในการประยุกต์ใช้แผ่นฟิล์มบาง PZT ในเชิงพานิช และอุตสาหกรรม
4. เพื่อสร้างผลงานวิจัยระดับชาติและระดับนานาชาติ

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงรูปแบบของอุณหภูมิการเผาที่เหมาะสมในการเตรียมแผ่นฟิล์มบาง PZT แบบ multilayer ซึ่งเตรียมด้วยวิธีซอลเจลร่วมกับเทคนิคสปินโคทติง
2. ได้ทราบถึงรูปแบบของอุณหภูมิการเผาที่มีต่อสมบัติทางไฟฟ้า สมบัติเพอร์โรอิเล็กทริก โครงสร้างจุลภาค และโครงสร้างผลึกของแผ่นฟิล์มบาง PZT
3. ได้ทราบองค์ความรู้ใหม่ และหาแนวทางในการประยุกต์ใช้แผ่นฟิล์มบาง PZT ในเชิงพานิช และอุตสาหกรรม
4. มีผลงานวิจัยระดับชาติและระดับนานาชาติ

#### 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เตรียมผงผลึกเลดเซอร์โคเนตไททานต  $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$  ที่มีปริมาณตะกั่วส่วนเกินต่างๆกัน (0, 2, 5, 10 และ 15 mol%) โดยกระบวนการโซล-เจล
2. ศึกษาสมบัติของผงผลึกเลดเซอร์โคเนตไททานต เช่น ศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการแคลไซน์โดยการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักด้วยความร้อน (TGA) ศึกษาผลต่างทางความร้อน (DTA) ศึกษาโครงสร้างเฟสด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (XRD)
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขการเตรียมและสมบัติของผงผลึกเลดเซอร์โคเนตไททานตวิเคราะห์และอภิปรายผลจากการตรวจสอบสมบัติต่างๆของเลดเซอร์โคเนตไททานต