

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันสารที่มีแบเรียมไทเทเนตเป็นองค์ประกอบหลักได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสารเหล่านี้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งวงการอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีการคำนึงถึงผลกระทบต่อสถานะแวดล้อมของสารพวกที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบเพราะสารตะกั่วมักจะเกิดการระเหยได้ง่าย และมีความเป็นพิษนอกจากนี้แล้วสารแบเรียมไทเทเนตยังเป็นสารเฟอร์โรอิเล็กทริก (Ferroelectric) ที่มีโครงสร้างแบบ ABO_3 เพอร์รอฟสไกต์ (Perovskite structure) [2] ซึ่งแสดงสมบัติต่างๆ ที่ดี มีค่าสภาพยอมสัมพัทธ์สูง และมีการสูญเสียไดอิเล็กทริกที่ต่ำ [12,18] จึงเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น ตัวเก็บประจุหรือตัวเก็บประจุแบบหลายชั้น (MLCCs) อุปกรณ์ตรวจจับความดัน (Pressure sensors) อุปกรณ์หน่วยความจำแบบชั่วคราว (DRAM) และเสาอากาศ (Antennas) เป็นต้น [16] แต่อย่างไรก็ตาม สารแบเรียมไทเทเนตเพียงอย่างเดียวนั้นยังมีสมบัติที่ไม่เพียงพอต่อการประยุกต์ใช้งาน และที่อุณหภูมิคูรี คือ 120 หรือ 130 องศาเซลเซียส โครงสร้างผลึกของแบเรียมไทเทเนตจะเปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเตตระโกนอลเป็นคิวบิก จึงทำให้ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์มีค่าสูงและแคบ ทำให้สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิแคบๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงได้มีการเติมไอออนบางตัวลงไปแทนที่ในตำแหน่ง A หรือ B ในโครงสร้างเพอร์รอฟสไกต์เพื่อปรับปรุงพฤติกรรมทางไฟฟ้าของวัสดุให้ดีขึ้น เช่น เติม สตรอนเทียม (Sr) แทนที่แบเรียม (Ba) ในตำแหน่ง A หรือการเติมฮาฟเนียม (Hf) หรือทิน (Sn) แทนที่ไทเทเนียม (Ti) ในตำแหน่ง B พบว่า การแทนที่ในตำแหน่ง B นั้น พบว่าสามารถลดอุณหภูมิคูรีให้ต่ำลงพร้อมทั้งสามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างขึ้น อีกทั้งสามารถเพิ่มค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ให้สูงขึ้นได้อีกด้วย [12] จึงมีการนำเอาสารแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนต ($Ba(Zr_xTi_{1-x})O_3$) มาประดิษฐ์เป็นสารเซรามิกสำหรับตัวเก็บประจุ เนื่องจากการเติม Zr^{4+} แทนที่ Ti^{4+} ในตำแหน่ง B และ Zr^{4+} มีความเสถียรมากกว่า Ti^{4+} ทำให้สามารถลดอุณหภูมิคูรีให้ต่ำลงและยังทำให้ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์มีค่าสูงขึ้นอีกด้วยและยังช่วยเพิ่มขอบเขตการใช้งานในช่วงอุณหภูมิที่กว้างขึ้นอีกด้วย [13,14] สำหรับการประยุกต์ใช้งานของพวกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ นอกจากจะต้องมีสมบัติทางไฟฟ้าที่สูงแล้ว เช่น ค่าสภาพยอมสัมพัทธ์ยังต้องมีสมบัติทางกลที่ดีด้วย ดังนั้นการปรับปรุงสมบัติทางกลและไฟฟ้าของสารเซรามิกแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนตจึงเป็นสิ่งสำคัญในการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาสารในกลุ่มเพียโซอิเล็กทริกให้อยู่ในรูปของวัสดุผสมเซรามิก (Ceramic composites) หรือแม้แต่ในกลุ่มของวัสดุผสมนาโนเซรามิก หรือนาโนคอมโพสิตเซรามิก (Nano ceramic composites) เพื่อเป็นการปรับปรุงสมบัติทางกลให้ดีขึ้น และสามารถใช้งานได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้นและมีอายุการใช้งานที่นานขึ้นเช่น การใช้งานได้สภาวะภายใต้ความเค้น(Stress)หรือสนามไฟฟ้าที่สูงๆจึงมีการนำเอาเซรามิกแบเรียมไทเทเนตมาพัฒนาสมบัติทางกลให้ดีขึ้นด้วยการทำเป็นวัสดุผสมโดยการผสมอนุภาคนาโนเมตร เช่น ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) อะลูมินา (Al_2O_3) เงิน (Ag) [14-15,51] เป็นต้น เพราะฉะนั้นการนำเอาหลักการของวัสดุผสมมาใช้ในการพัฒนาสมบัติทางกลของเซรามิกแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนตจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความน่าสนใจอีกทั้งยังมีการศึกษาเซรามิกแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนตน้อยมาก ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาผลของการเตรียมวัสดุผสมของแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนตที่เสริมแรงด้วยเส้นลวดนาโนซิลิคอนคาร์ไบด์ขึ้นจากนั้นทำการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีโครงสร้างจุลภาค สมบัติทางกายภาพเชิงกล และไฟฟ้าของวัสดุผสมที่เตรียมได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมความรู้พื้นฐานที่มีอยู่และก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ ของสารที่มีแบเรียมไทเทเนตเป็นองค์ประกอบหลักเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการศึกษาวิจัยและพัฒนา นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเพื่อการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงการอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการเติมเส้นลวดนาโนซิลิคอนคาร์ไบด์ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางไฟฟ้าของสารเซรามิกแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนต
2. เพื่อศึกษาโครงสร้างจุลภาคของสารเซรามิกแบเรียมเซอร์โคเนตไทเทเนตที่เติมเส้นลวดนาโนซิลิคอนคาร์ไบด์