

บทที่ 1 บทนำ

สมบัติเฟอร์โรอิเล็กทริกในของแข็ง(solid) ถูกค้นพบเมื่อประมาณปี 1912 เมื่อประมาณเกือบร้อยปีที่ผ่านมา และ พบสารเฟอร์โรอิเล็กทริกในเซรามิกเมื่อประมาณปี 1940 ซึ่งสารตัวแรกที่ถูกค้นพบคือ แบเรียมติตาเนต ซึ่งเป็นสารที่ใช้ทำเป็นตัวเก็บประจุ ถูกค้นพบในช่วงสงครามโลก เพราะช่วงนั้นมีความต้องการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง สารแบเรียมติตาเนตนั้น ให้ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (K) มากกว่า 1100 ซึ่งมากกว่าสารพวกไมก้า ที่ใช้อยู่เดิม ซึ่งมีค่า K น้อยกว่า 100 ซึ่งแต่เดิมไม่มีใครคิดว่าสารพวกเซรามิกจะสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกได้เนื่องจากสารเซรามิกเป็นสารที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมี อีกทั้งยังผ่านการเผาผนึก (sintering) ที่อุณหภูมิสูง และ ยังมีการวางตัวของผลึกในทิศทางแบบสุ่มแต่เมื่อพบว่าเฟอร์โรอิเล็กทริกโดเมนของเซรามิก สามารถปรับเปลี่ยนทิศทางทำให้มีทิศทางเดียวกันได้ จึงเป็นการค้นพบที่สำคัญมาก และ ทำให้สารเฟอร์โรอิเล็กทริกจำพวกเซรามิก เป็นอีกชนิดหนึ่งที่มีการศึกษาวิจัย และ ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวาง [14]

จากการศึกษาโครงสร้าง และพฤติกรรมของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกจำพวกเซรามิก โดยเฉพาะแบเรียมติตาเนต พบว่า ภายในตัวของสารพวกนี้จะมี เฟอร์โรอิเล็กทริกโดเมน กระจายอยู่ และเมื่อใดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไป โดเมนของมันจะเรียงตัวกันเป็นเหมือนสารที่เป็นผลึกเดี่ยว นั่นคือการที่ทำให้โดเมนทุกตัวที่อยู่ภายในเนื้อสารเรียงตัวไปในด้านเดียวกันทั้งหมด เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า electrical aligning หรือ poling เนื่องจากการเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมดของโดเมนในสาร ทำให้เกิดเป็นเหมือนโดเมนขนาดใหญ่ที่มีขั้วไฟฟ้าเกิดขึ้น ทำให้เกิดสมบัติไดอิเล็กทริกขึ้นมา

สารไดอิเล็กทริกนี้เองที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่จะดึงดูดประจุตรงข้ามให้เข้ามารวมกันที่ผิวของขั้วดังกล่าว ทำให้สามารถเก็บประจุไว้ได้จำนวนมาก ยิ่งเกิดขั้วที่แรงมากเท่าไรก็ทำให้ค่าในการเก็บประจุมากขึ้นเท่านั้น แต่ภายในตัวมันเองแล้วไม่มีกระแสไหลซึ่งก็คือ เป็นฉนวนตัวหนึ่ง นั่นเอง

เฟอร์โรอิเล็กทริกโดเมน ถือเป็นกลไกสำคัญในสารเฟอร์โรอิเล็กทริกเซรามิก ที่ทำให้สารประเภทนี้มีค่าไดอิเล็กทริกสูง ดังนั้นการศึกษาเฟอร์โรอิเล็กทริกโดเมนจึงมีความสำคัญมากเช่นกัน

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เฟอโรโรอิเล็กทริกโดเมน โดยส่วนใหญ่จะศึกษาในสารที่เป็น เซรามิก หรือผ่านการเผาผลาญที่อุณหภูมิสูงแล้ว จะมีกลไกในการเกิดเฟอโรโรอิเล็กทริกโดเมน ซึ่งก็คือ พลังงานที่เรียกว่า (clamping force) สำหรับการศึกษafenโรโรอิเล็กทริกโดเมนในอนุภาคจะพบใน อนุภาคขนาดใหญ่ที่มีการจัดเรียงตัวได้ดีคล้ายกับการเรียงตัวของผลึกเดี่ยว [13,17]

ในอนุภาคขนาดใหญ่หรือในเซรามิก การสังเกตเฟอโรโรอิเล็กทริกโดเมน สามารถจะศึกษาได้จากโครงสร้างการเรียงตัวของผลึก และการเกิดโครงสร้างทวิน [14]

โครงสร้างทวินเกิดจาก การปรับเปลี่ยนทิศทาง (transformation) ของผลึกบางบริเวณ โดยจะมีการหมุนผลึกไปรอบแกนทวิน เป็นมุม 180 องศา และเสมือนเป็นภาพในกระจก (mirror image) กับ ผลึกที่เป็นเมตริกส์ [4,5,10,16,18]

ทั้งนี้เนื่องจาก ความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของอนุภาค และ พลังงานที่ผิวของอนุภาค ทำให้ เมื่ออนุภาคมีขนาดใหญ่ จะเกิดการปรับทิศทาง (orientation) ภายใน และเกิดโครงสร้างทวินขึ้นมา เพื่อลดพลังงานที่ผิวของอนุภาคทำให้มีความเสถียรมากขึ้น [17]

จุดประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงวิฤภาคของสารเฟอโรโรอิเล็กทริกจำพวก
แบเรียมติตาเนต
2. เพื่อศึกษาเงื่อนไขของการเกิดทวินในโครงสร้างอนุภาค เช่น ขนาดของอนุภาค การบด
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และ อื่นๆ
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างทวิน และ เฟอโรโรอิเล็กทริกโดเมน

ขอบเขตการศึกษา

1. เตรียมตัวอย่างผงแบเรียมติตาเนตด้วยวิธีออกซาลेट และแคตติคอลลेट
2. วิเคราะห์เชิงคุณภาพ และหาขนาดเฉลี่ยของอนุภาคด้วยรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์
3. เตรียมตัวอย่างผงแบเรียมติตาเนตตามเงื่อนไขต่างๆ เช่น การบด การเผาแคลไซน์
และ ลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว เป็นต้น
4. ศึกษาโครงสร้างจุลภาค และ โครงสร้างทวินด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน