

บทที่ 5

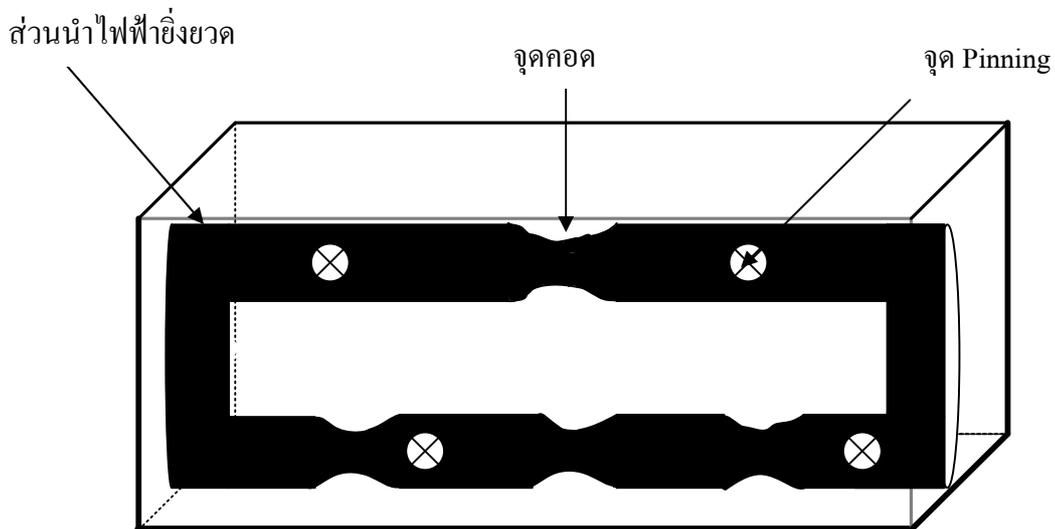
แบบจำลองโครงสร้างมหภาคของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด

เซรามิกชนิด $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$

ในหัวข้อนี้จะเป็นการนำแบบจำลองโครงสร้างมหภาคของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดชนิด $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ มาอธิบายผลของสนามแม่เหล็กภายนอกที่มีต่อค่ากระแสวิกฤตที่ได้จากการทดลอง ในหัวข้อ 4.4

5.1 แบบจำลองโครงสร้างมหภาคของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดเซรามิกชนิด $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$

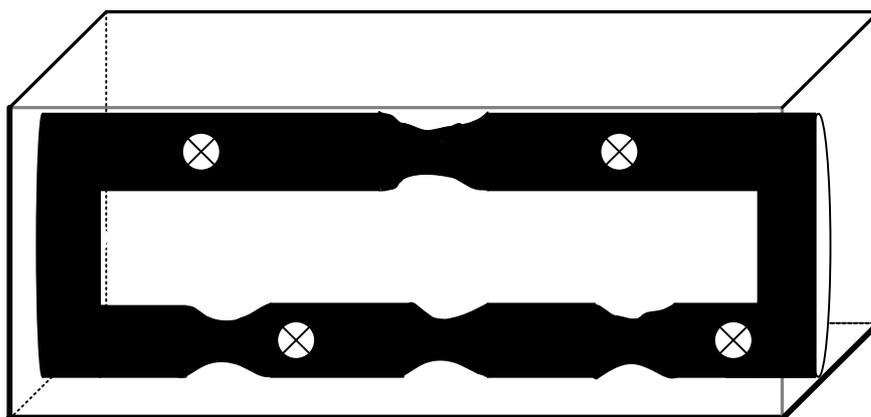
จากรูป 5.1 แบบจำลองโครงสร้างมหภาคของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดชนิด $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ประกอบด้วยส่วนนำไฟฟ้ายิ่งยวด 2 ท่อ ซึ่งปลายท่อทั้งสองเชื่อมต่อกัน ในส่วนของท่อด้านล่างจะมีจุดคอด 3 จุด ส่วนท่อด้านบนมีจุดคอด 1 จุด และในส่วนนำไฟฟ้ายิ่งยวดจะมีจุด pinning (Pinning Point) [11] ซึ่งจะเป็นตัวจับเส้นแรงแม่เหล็กไม่ให้เกิดการเคลื่อนหรือเคลื่อนที่ อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมชิ้นสาร



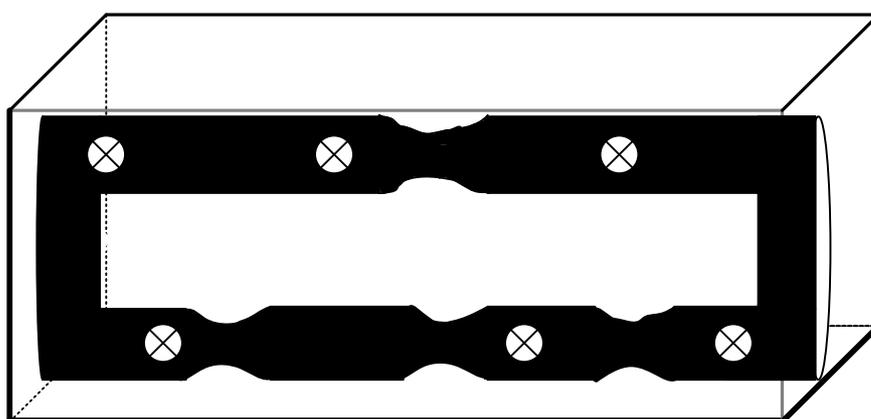
รูปที่ 5.1 แบบจำลองโครงสร้างมหภาคของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดชนิด $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$

5.2 แบบจำลองโครงสร้างมหภาคที่อัตราส่วนผสม Y211 ต่างๆ

จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.1 และ 4.2 แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิ Calcination และ อุณหภูมิ Sintering ที่ใช้ในการเผาในกระบวนการสร้างตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด และอัตราส่วนผสมของ Y211 มีผลต่อค่ากระแสสวิกฤต ซึ่งจะพบว่า อุณหภูมิ Calcination และ อุณหภูมิ Sintering 940°C ช่วยเพิ่มค่ากระแสสวิกฤตได้สูงสุด จึงนำมาใช้ในการอธิบายโดยแบบจำลองโครงสร้างมหภาค โดยเลือกอัตราผสม Y211 ที่ 0, 0.1 และ 0.2 ซึ่งมีค่ากระแสสวิกฤตเท่ากับ 1.29 , 5.76 , 3.26 A ตามลำดับ แบบจำลองโครงสร้างมหภาคแสดงไว้ดังรูป 5.2 ก)-ค)



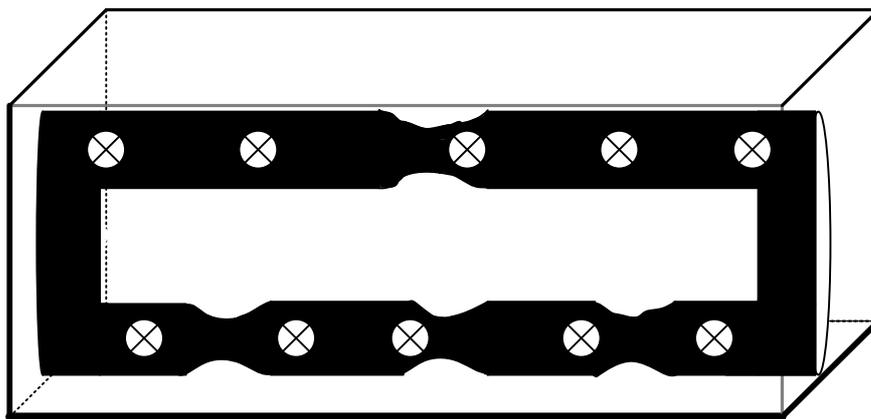
ก) อัตราส่วนผสม 1:0



ข) อัตราส่วนผสม 1:0.1

รูปที่ 5.2 แบบจำลองโครงสร้างมหภาคของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดที่อัตราส่วน Y123 : Y211

อุณหภูมิ Calcination และ Sintering 940°C

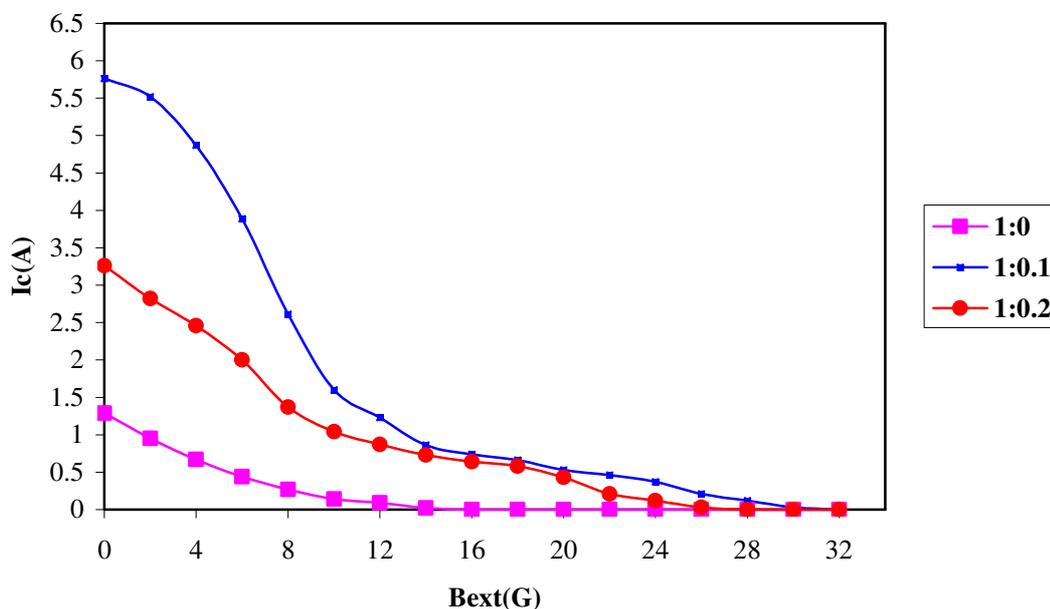


ค) อัตราส่วนผสม 1:0.2

รูปที่ 5.2 (ต่อ)

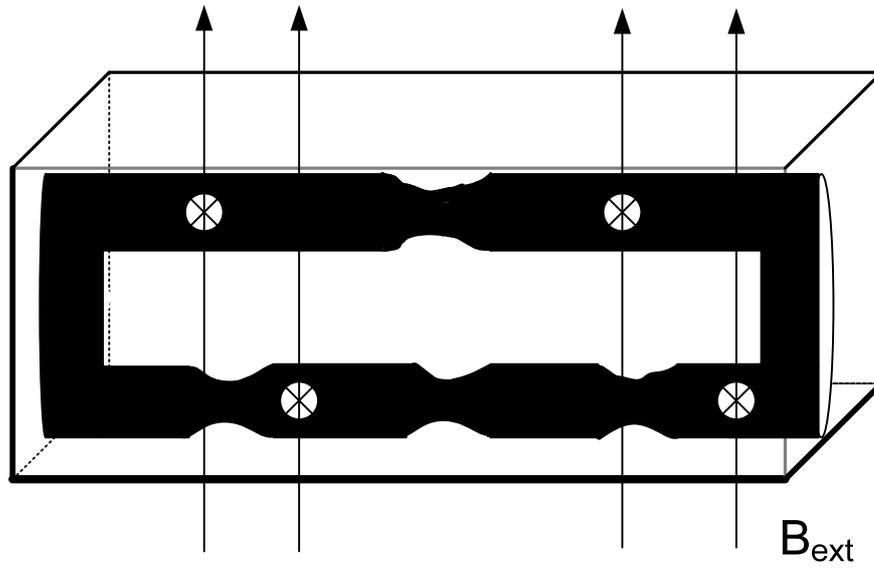
จากรูป 5.2 จะเห็นว่า การผสม Y211 จะช่วยเพิ่มจุด Pinning ในรูป 5.2 ก) เมื่อไม่มีการผสม Y211 จะเห็นว่าชิ้นสารก็จะมีจุด pinning เหมือนกัน แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสม Y211 มากขึ้นจุด pinning จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังแสดงในรูป 5.2 ข) และ ค)

5.3 การนำแบบจำลองโครงสร้างมหภาคมาอธิบายโดยการให้สนามแม่เหล็กภายนอก

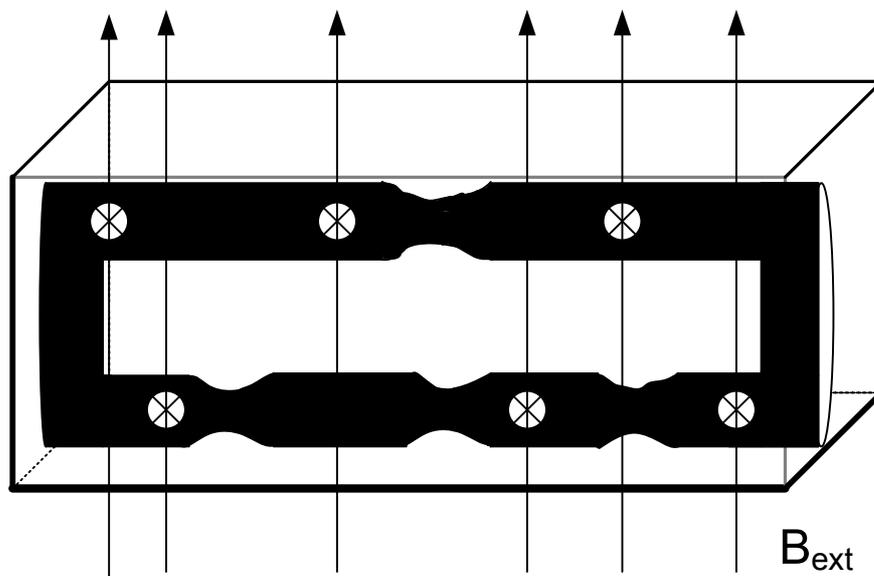


รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสสวิกฤตกับสนามแม่เหล็กภายนอก

จากผลการทดลองในรูปที่ 5.3 แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสสวิกฤตกับสนามแม่เหล็กภายนอก จะเห็นว่าสนามแม่เหล็กภายนอกมีผลต่อกระแสสวิกฤต เมื่อสนามแม่เหล็กภายนอกที่ป้อนให้กับชิ้นสารมีค่ามากขึ้น จะทำให้ค่ากระแสสวิกฤตมีค่าลดลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากสนามแม่เหล็กภายนอกไปทำลายสภาพความเป็นตัวนำยิ่งยวดทำให้เสียสภาพได้ง่ายขึ้น และจะเห็นว่าชิ้นสารที่มีค่ากระแสสวิกฤตสูง จะต้องให้สนามแม่เหล็กภายนอกที่มีค่ามากกว่าในการทำให้ค่ากระแสสวิกฤตลดลงจนเป็นศูนย์

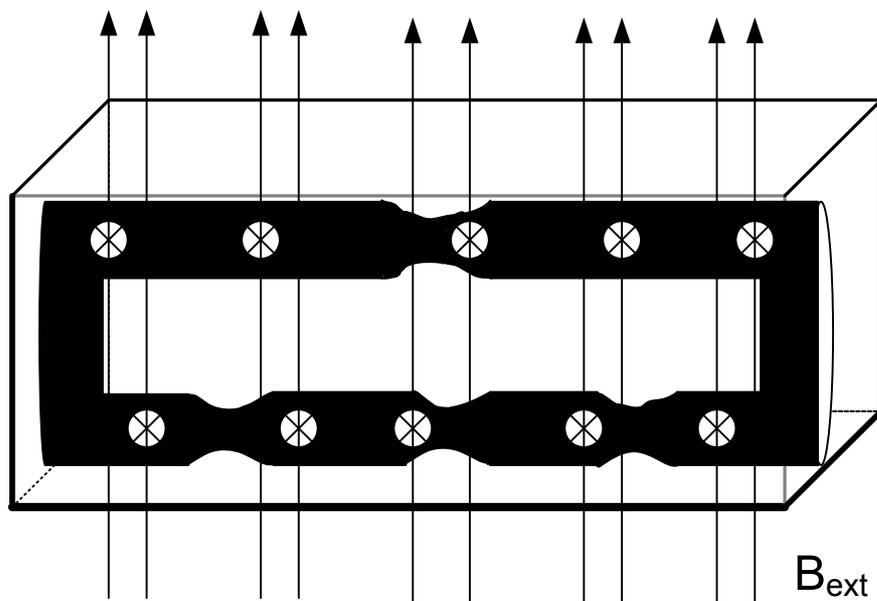


ก) อัตราส่วนผสม 1:0



ข) อัตราส่วนผสม 1:0.1

รูปที่ 5.4 แบบจำลองโครงสร้างมหภาคของตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวดที่อัตราส่วน Y123 : Y211
อุณหภูมิ Sintering และ Calcination 940°C เมื่อให้สนามแม่เหล็กภายนอก



ค) อัตราส่วนผสม 1:0.2

รูปที่ 5.4 (ต่อ)

จากรูปที่ 5.4 จุด pinning จะช่วยจับเส้นแรงแม่เหล็กไม่ให้เกิดการเลื่อนหรือเคลื่อนที่ อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมชิ้นสาร พบว่า ชิ้นสารที่มีการผสม Y211 จะช่วยเพิ่มจุด pinning ทำให้ค่ากระแสวิกฤตมีค่ามากขึ้น แต่การผสม Y211 ในปริมาณที่มากขึ้น จุด pinning ก็จะมีมากขึ้นเช่นกัน เป็นผลทำให้ส่วนนำไฟฟ้ายิ่งยวดมีพื้นที่น้อยลง ทำให้ชิ้นสารเสียสภาพการนำไฟฟ้า ยิ่งยวดได้ง่ายขึ้น เป็นเหตุให้ค่ากระแสวิกฤตมีค่าลดลง