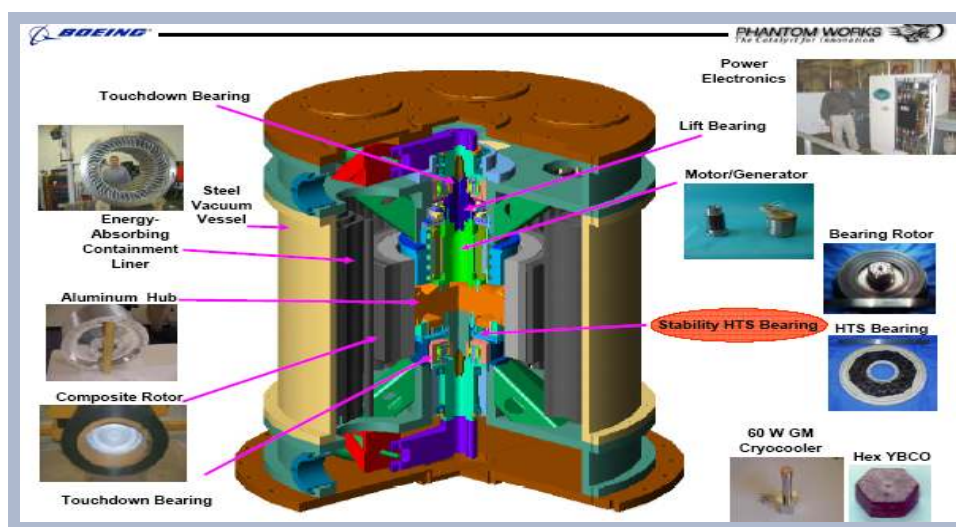


ชื่อผลงานวิจัย ตัวนำยิ่งยวดเซรามิก $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ สำหรับการประยุกต์ใช้ในระบบกักเก็บพลังงาน
สำรอง

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ High Temperature Superconductors for Flywheel Energy Storage
Systems

โดย	อรรถัย จงประทีป
หน่วยงาน	ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทร	02-942-8555 ต่อ 2112

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (YBCO) เป็นเซรามิกตัวนำยิ่งยวด (Ceramic Superconductors) ซึ่งมีศักยภาพที่จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในด้านพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะการนำไปใช้ในระบบส่งจ่ายกระแสไฟฟ้า เนื่องจากไม่มีการสูญเสียพลังงานความร้อนที่เกิดจากความต้านทาน นอกจากคุณสมบัติในการนำกระแสไฟฟ้าได้ 100% แล้ว ตัวนำยิ่งยวดยังมีคุณสมบัติในการผลิตสนามแม่เหล็กได้ จึงสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบกักเก็บพลังงาน (Superconducting Flywheel Energy Storage System) ซึ่งทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้าเร่งความเร็วของจานหมุนแม่เหล็ก (Magnetic Flywheel Rotor) ที่ลอยตัวอยู่เหนือตัวนำยิ่งยวด พลังงานจะถูกกักไว้ในรูปของ rotational energy และถูกแปลงกลับเป็นพลังงานไฟฟ้าเมื่อจานหมุนหยุดนิ่ง



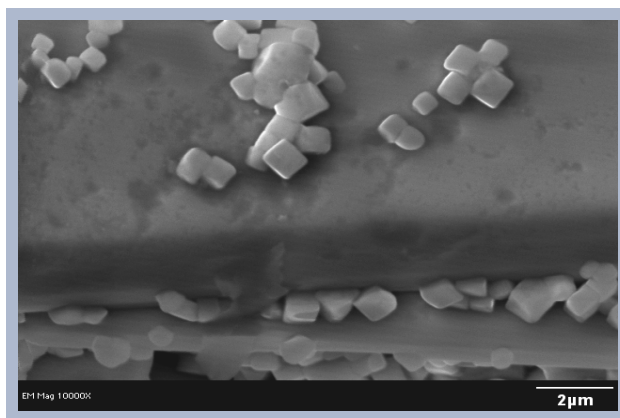
ภาพจำลองและส่วนประกอบของระบบกักเก็บพลังงานสำรอง

ระบบเก็บพลังงานเช่นนี้ถือได้ว่าเป็นแหล่งพลังงานสำรองที่มีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในวงการอุตสาหกรรม แม้ว่าประโยชน์ของระบบกักเก็บพลังงานจะมีมากมาย แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การสร้างระบบกักเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงนั้นก็ไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะตัวนำยิ่งยวดที่จะใช้ใน

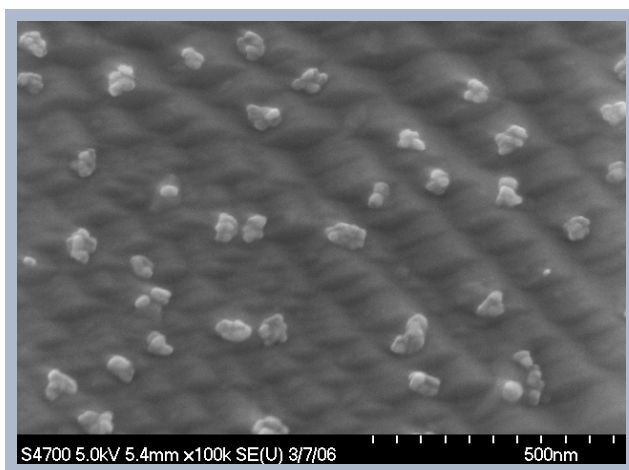
ระบบได้นั้น จะต้องมีขนาดใหญ่ มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดีเยี่ยม โดยมีโครงสร้างจุลภาค (microstructure) ที่มีลักษณะพิเศษ กล่าวคือ จะต้องมีโครงสร้างคล้ายกับผลึกเดี่ยวแต่มีข้อบกพร่องของโครงสร้างจุลภาค (microstructural defect) ที่สามารถทำให้สมบัติทางไฟฟ้าของตัวนำยิ่งยวดถูกพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นได้

งานวิจัยที่จะนำเสนอนี้จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาการผลิตตัวนำยิ่งยวด $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (YBCO) ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยมุ่งเน้นในการศึกษาโดยอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีในโครงสร้างระดับจุลภาค (microscopic level) เพื่อผลิตตัวนำยิ่งยวดที่มีสมบัติเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ในระบบกักเก็บพลังงาน

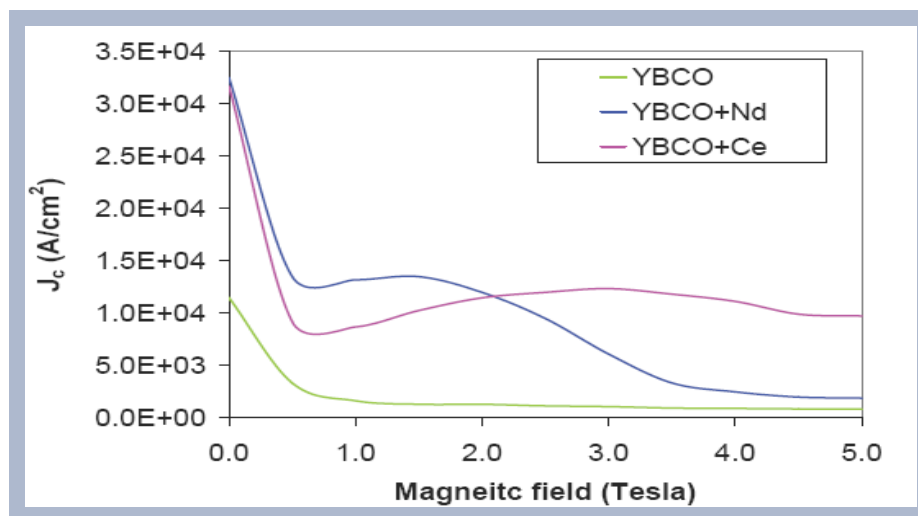
ผลการทดลองได้ชี้ว่า เมื่อมีการเติมสารบางชนิด เช่น BaCeO_3 และ Nd_2O_3 ระหว่างการผลิตผลึกเดี่ยวของ YBCO จะเกิดอนุภาคนาโนต่ำกว่าไมโครเมตรหรือขนาดนาโนในตัวนำยิ่งยวด ซึ่งส่งผลให้สมบัติทางไฟฟ้าของตัวนำยิ่งยวดถูกพัฒนาได้



ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด แสดงให้เห็นอนุภาค BaCeO_3 ขนาดต่ำกว่าไมโครเมตรใน YBCO



ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด แสดงให้เห็นอนุภาคนาโนใน YBCO



กราฟเปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้า (Critical current density: J_c) ของ YBCO เมื่อมีการเติม $BaCeO_3$ และ Nd_2O_3