T141593

ในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างระบบวัดค่าซัสเซปทิบิลิตีแบบกระแสสลับ ซึ่งประกอบด้วย เครื่อง Lock-In amplifier เครื่องควบคุมอุณหภูมิ เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ ระบบ closed cycle refrigerator และคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรมควบคุมการวัดผ่านทางบัส IEEE 488 เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ การวัดค่าซัสเซปทิบิลิตีแบบกระแสสลับ ใช้เทคนิคของการเหนี่ยวนำร่วม ของขดลวดสองขดที่ควบคู่กัน เมื่อนำสารตัวอย่างใส่เข้าไปภายในขดลวดทุติยภูมิอันหนึ่ง สนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำให้สารเกิดแมกนิไตเซชัน ทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กภายในขดลวดเปลี่ยนไป เกิดความแตกต่างของความต่างศักย์เหนี่ยวนำของขดลวดทุติยภูมิทั้งสอง ซึ่งจะถูกตรวจวัดด้วย เครื่อง Lock-In amplifier เพื่อแยกองค์ประกอบของสัญญาณที่มีเฟสเดียวกันและต่างเฟสออกจาก กันและสัมพันธ์กับค่าซัสเซปทิบิลิตีเชิงซ้อนของสารตัวอย่าง เมื่อนำระบบวัดนี้มาทดลองศึกษา สมบัติทางแม่เหล็กของสารตัวนำยวดยิ่ง $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ ในช่วงอุณหภูมิ 35-300 K ในสุญญากาศที่ ความดัน 1.4 x 10^{-2} mbar เมื่อลดอุณหภูมิของสารลงช้าๆ พบว่าที่อุณหภูมิประมาณ 90 K เกิดการ เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของค่าซัสเซปทิบิลิตีเชิงซ้อน ซึ่งปรากฏ χ' และ χ'' แยกออกจากกันโดย χ' มีค่าเป็นลบแสดงถึงการเกิด diamagnetic shielding อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนสภาพจากสภาพ การนำปกติเข้าสู่สภาพการนำยวดยิ่งของสาร และ χ'' มีค่าเป็นบวกแสดงถึง energy loss เนื่องจากมี hysteresis ในสาร เมื่อเปลี่ยนความเข้มสนามแม่เหล็กช่วง 0.5-5.0 G และความถี่ของกระแสสลับ ในช่วง 100-1000 Hz พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มสนามแม่เหล็กและความถี่ให้สูงขึ้น จะทำให้สาร ตัวอย่างแสดงสมบัติทางแม่เหล็กลดลง จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าระบบวัดค่าซัสเซปทิบิลิตี แบบกระแสสลับที่สร้างขึ้นนี้ทำงานได้ดีโดยในเทอมของ moment resolution จะมี sensitivity ประมาณ 4 x 10^{-7} emu

In this research, an AC susceptibility measuring system which composed of a Lock-In amplifier, a temperature controller, an AC current source and a closed cycle refrigerator system was constructed. A computerized measurement could be carried out via the IEEE 488 interface bus linked between these instruments. The AC susceptibility measurement technique relied on the mutual inductance of two similar but opposite winding secondary coils. When a sample was placed in one of them, the AC magnetic field from the primary coil would induce magnetization in the sample which in turn would change the magnetic flux in the coil, causing an off-balance voltage of the two secondary coils which was detected by a Lock-In amplifier and separated into the in-phase and out-of-phase signals associated with the complex susceptibility of the sample. The system was used to characterize the magnetic property of $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ superconductors in the temperature range of 35-300 K, in vacuum under the pressure of 1.4 x 10^{-2} mbar. It was found that the complex susceptibility of the sample changed abruptly at the temperature about 90 K during the cooling cycle, indicating the separation of χ' and χ''. The negative value of χ' indicated that there was a diamagnetic shielding due to the transition to the superconducting state of the material and the positive value of χ'' was due to energy loss in the sample. Its complex susceptibility decreased as the applied field strength and frequency increased from 0.5-5.0 G and 100-1000 Hz, respectively. In conclusion, from the test run, the system was satisfactorily operated with an estimated sensitivity of about 4 x 10^{-7} emu.