

Thesis Title Flux Dynamics in Superconducting Oxides

Author Miss. Atcharawon Gardchareon

Degree Doctor of Philosophy (Physics)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Nikorn	Mangkorntong	Chairperson
Prof. Dr. Per	Nordblad	Member
Asst. Prof. Dr. Sripen	Towta	Member
Assoc. Prof. Dr. Pongsri	Mangkorntong	Member

ABSTRACT

In this thesis, the paramagnetic Meissner state of a $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ superconductor and the anisotropic magnetic properties of spherical $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_{4-\delta}$ single crystals have been experimentally studied by superconducting quantum interference device (SQUID) magnetometry.

The "dc-memory" experiments were used to study the paramagnetic Meissner state of a $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ by studies of the temperature dependence of the zero-field-cooled (ZFC) and thermoremanent (TRM) magnetization. ZFC and TRM magnetization were recorded on reheating after specific cooling protocols, in which single or multiple halts are performed at constant temperature. It was found that the 'spin' states which were equilibrated during the halts are retrieved on reheating. The

observed memory and rejuvenation effects on this sample are similar to the observation in Heisenberg-like spin glasses.

The temperature and field dependence of magnetization of two spherical $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_{4-\delta}$ single crystals (sample) with nominally the same quality and composition have been investigated under the field applied parallel and perpendicular to the c-axis of the samples. The results indicate that at low enough temperature and fields, the spheres are perfectly shielding (susceptibility -1.5 [SI]). Also, increasing applied magnetic field suppresses the critical temperature and increases the width of the transition of the samples. The M/H is more strongly suppressed when the field is applied perpendicular to the c-axis than when it is applied parallel to the c-axis of the samples. The field expulsion (M_{FC}/H) is quite weak and rapidly decreases with increasing field when the field is applied parallel to the c-axis. The field expulsion is even weaker when the field is applied perpendicular to the c-axis. Beside this, the fundamental relation of superposition, $M_{\text{ZFC}} = M_{\text{FC}} - M_{\text{TRM}}$ is found to be valid for low fields, but to be violated for high fields. The magnetic behavior of the two samples is qualitatively similar with some quantitative differences.

From these results, it was found that the anisotropy of the first critical field when the applied field is parallel and perpendicular to the c-axis of the samples is about 3 and independent of temperature for both samples. The magnetization vs. field experiments along principal and intermediate field directions demonstrate the angular dependence of the hysteresis of the samples.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ พลาศาสตร์ของฟลักซ์ในสารตัวนำยวดยิ่งออกไซด์

ผู้เขียน นางสาว อัจฉรารวรรณ กาศเจริญ

ปริญญา วิทยาศาสตร์คุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.นิกร	มังกรทอง	ประธานกรรมการ
Prof.Dr.Per	Nordblad	กรรมการ
ผศ.ดร.ศรีเพ็ญ	ท้าวตา	กรรมการ
รศ.ดร.ผ่องศรี	มังกรทอง	กรรมการ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาด้วยวิธีการทดลองถึงสถานะพาราแมกเนติก Meissner ของสารตัวนำยวดยิ่ง $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ และสมบัติทางแม่เหล็กที่ขึ้นอยู่กับทิศทาง ของผลึกเชิงเดี่ยวรูปทรงกลม $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_{4-\delta}$ โดยใช้เครื่องมือ superconducting quantum interference (SQUID)

การศึกษานสถานะพาราแมกเนติก Meissner ของ $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ ใช้ การทดลอง "dc-memory" โดยการศึกษาการขึ้นกับ zero-field-cooled (ZFC) และ thermoremanent (TRM) magnetization ที่ได้จากการบันทึกในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น หลังจากขบวนการทำให้เย็นลง โดยมีการหยุดค้างไว้ที่อุณหภูมิตั้งที่เพียงหนึ่งค่า หรือ หยุดค้างไว้ที่อุณหภูมิตั้งที่หลายๆค่า พบว่าการเข้าสู่สมมูลของสถานะ 'spin' ในขณะที่หยุดค้างไว้นั้น สามารถกลับคืนมาเหมือนเดิมได้ ในตอนที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์ memory และ rejuvenation ที่สังเกตได้ของสารตัวอย่างนี้ พบว่ามีความคล้ายกันกับที่สังเกตได้ใน Heisenberg-like spin glasses

การศึกษากการขึ้นกับอุณหภูมิ และ สนามแม่เหล็ก ของ magnetization ของผลึกเชิงเดี่ยวรูปทรงกลม $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_{4-\delta}$ (สารตัวอย่าง) ที่มีลักษณะ และ องค์ประกอบเหมือนกัน 2 ตัวอย่างเมื่อใส่สนามแม่เหล็กในทิศทางาน และ ตั้งฉาก กับแกน c ของสารตัวอย่าง ผลที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิตั้ง และ สนามมีค่าต่ำพอ ทรงกลมเหล่านั้นมีการ shielding ที่สมบูรณ์

(มีค่าสภาพรับไว้ได้ = -1.5 [SI]) และ การเพิ่มขึ้นของสนามแม่เหล็กที่ใส่เข้าไป ทำให้อุณหภูมิวิกฤตของสารตัวอย่างเหล่านั้นลดลง และ ทำให้ความกว้างของการเปลี่ยนสถานะของสารตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใส่สนามในทิศทางตั้งฉากกับแกน c ของสารตัวอย่าง พบว่า M/H ถูกทำให้มีค่าลดลงไปได้มากกว่าในกรณีที่ใส่สนามในทิศทางขนานกับแกน c ของสารตัวอย่าง การผลัดสนามแม่เหล็ก (M_{FC}/H) มีค่าค่อนข้างน้อย และลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อสนามมีค่าเพิ่มขึ้นในทิศทางขนานกับแกน c ของสารตัวอย่าง การผลัดสนามแม่เหล็กยังมีค่าน้อยลงเมื่อใส่สนาม ในทิศทางตั้งฉากกับแกน c นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์พื้นฐานของหลักการซ้อนทับ, $M_{ZFC} = M_{FC} - M_{TRM}$ ใช้ได้กับค่าสนามที่ต่ำ แต่ใช้ไม่ได้สำหรับค่าสนามที่มีค่าสูง พฤติกรรมทางแม่เหล็กของสารตัวอย่างทั้งสองมีความคล้ายคลึงกันด้วยปริมาณที่แตกต่างกัน

จากผลที่ได้จากการทดลองพบว่า แอนไอโซทรอปี ของค่าสนามแม่เหล็กวิกฤตอันแรก เมื่อใส่สนามในทิศทางขนาน และ ตั้งฉากกับแกน c ของสารตัวอย่าง มีค่าประมาณ 3 และ ไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ในสารตัวอย่างทั้งสอง จากความสัมพันธ์ระหว่าง magnetization และ สนาม ในทิศทางของสนามตามแนวแกนหลัก และระหว่างแนวแกนหลัก แสดงให้เห็นถึงการขึ้นอยู่กับมุมของ hysteresis

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved