

17 MAY 2002



**EFFECT OF COBALT ION SUBSTITUTION IN HIGH T_c
SUPERCONDUCTORS $REBa_2Cu_3O_{7-y}$**

TASANEE PRIRUNROM

With compliments
of

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATED STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY**

2002

ISBN 974-04-1280-7

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

TH
T197e
2002
c.2

Copyright by Mahidol University

4236984 SCPY/M : MAJOR: PHYSICS; M.Sc. (PHYSICS)

KEY WORDS : SUPERCONDUCTOR / CRITICAL TEMPERATURE /
ORTHORHOMBIC DISTORTION

TASANEE PRIRUNROM: EFFECT OF COBALT ION SUBSTITUTION IN
HIGH T_c SUPERCONDUCTORS $REBa_2Cu_3O_{7-y}$. THESIS ADVISORS: SUKAJIT
LEELAPRUTE, Ph.D., I MING TANG, Ph.D. 69 P. ISBN 974-04-1280-7

The aims of this research are to study the effects of Co^{3+} ion substitution in the copper oxide chain in the "RE-123" high temperature superconductors (HTSC), to confirm the existences of the "rare earth ion size effects", and to see if the suppression of the T_c 's of the different "RE-123" HTSC correlated with the orthorhombicity of the "123".

The effects of Co doping in $REBa_2Cu_{3-x}Co_xO_{7-y}$ HTSC (RE = Y, Gd, Ho, Er and Dy) were studied experimentally. X-ray diffraction patterns were taken to determine the orthorhombic distortion of different RE "123" superconductors. Iodometric titration was used to determine the copper valencies of all fabricated specimens. Standard four-probe method was used to measure the transition temperatures.

It was found that the orthorhombicity decreases as the size of the RE ion increases and T_c decreases as the square of the orthorhombicity increases. It is shown that T_c 's decrease linearly with Co concentration at small content of Co ions and become nonlinearly at high contents for all RE compounds. The suppression of T_c due to magnetic Co^{3+} substitution is explained by the Abrikosov-Gorkov expression and it is also observed that this suppression is larger for the larger RE radius.

From this result, we can conclude that the substitution of copper oxide in the chain with the magnetic Co^{3+} ion and the changing of RE ionic radius affect the orthorhombic-tetragonal distortion which is important to the attainment of high T_c .

4236984 SCPY/M : สาขาวิชา : ฟิสิกส์ ; วท.ม. (ฟิสิกส์)

ทัศนีย์ ไพรรี่นรัมย์ : ผลของการแทนไอออนโคบอลต์ในตัวนำยิ่งยวดอุณหภูมิวิกฤตสูง $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ (EFFECT OF COBALT ION SUBSTITUTION IN HIGH T_c SUPERCONDUCTORS $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สุขจิต ติลาฤทธิ์, Ph.D., อิมิ่ง ถัง, Ph.D. 69 หน้า. ISBN 974-04-1280-7

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการแทนโคบอลต์ไอออนในคอปเปอร์ที่ chain ในสารตัวนำยิ่งยวดอุณหภูมิวิกฤตสูง "RE-123" เพื่อยืนยันว่าขึ้นกับขนาดของแรเอิร์ท และชี้ให้เห็นว่าการลดลงของ T_c เนื่องจากแรเอิร์ทที่ต่างกันสัมพันธ์กับ orthorhombicity ของ "123"

ศึกษาผลการแทนโคบอลต์ในสารตัวนำยิ่งยวดอุณหภูมิวิกฤตสูง $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{Co}_x\text{O}_{7-y}$ โดย RE (แรเอิร์ท) ในที่นี้ประกอบด้วย อิทเรียม แกโดลิเนียม โซลเมียม เออเบียม และดิสโพรเซียม โดยการทำให้ X-ray diffraction เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแรเอิร์ท และใช้วิธี Iodometric titration ในการหาค่าคอปเปอร์วาเลนซ์ นอกจากนั้นยังใช้ Four probe method เพื่อหาอุณหภูมิวิกฤตของสารแต่ละตัว

พบว่า orthorhombicity ลดลงเมื่อขนาดของแรเอิร์ทเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิวิกฤตลดลงตามการเพิ่มขึ้นของ orthorhombicity ยกกำลังสอง และแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิวิกฤตลดลงแบบเชิงเส้นกับความเข้มข้นของโคบอลต์ที่ปริมาณโคบอลต์ต่ำๆ แต่จะไม่เป็นเชิงเส้นที่ปริมาณโคบอลต์สูงๆ อัตราการลดลงของอุณหภูมิวิกฤตอันเนื่องจากการแทนที่โคบอลต์สามารถอธิบายโดยใช้ Abrikosov-Gorkov expression และยังพบอีกว่าอัตราการลดลงจะมากกว่าในแรเอิร์ทที่มีขนาดใหญ่กว่า

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การแทนที่คอปเปอร์ในตำแหน่ง chain ด้วยโคบอลต์ และการเปลี่ยนแปลงขนาดของแรเอิร์ท ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญต่ออุณหภูมิวิกฤต