

高温超伝導酸化物 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ の熱膨張特性

太田 悟*・増田 陽一郎**・横地 弓夫***
藤田 成隆***・村中 健****・関 秀廣***
坂本 禎智***・戸賀沢 晃*****
馬場 誠*****・馬場 明*****

Thermal Expansion of Lattice Parameters in the High- T_c Superconductor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$

Satoru OHTA, Yoichiro MASUDA, Yumio YOKOCHI, Sigetaka FUJITA,
Takeshi MURANAKA, Hidehiro SEKI, Yoshinori SAKAMOTO,
Akira TOGASAWA, Makoto BABA and Akira BABA

Abstract

The temperature (T) dependences of lattice parameters $a(T)$, $b(T)$ and $c(T)$ for the high- T_c superconductor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ with the orthorhombic crystal structure have been reported. As T decreases, $a(T)$ decreases smoothly through the superconducting transition temperature $T_c=92$ K. Both $b(T)$ and $c(T)$ decrease up to T_c below which they decrease more slowly. The coefficients of linear expansion for the respective axes and volumetric one are estimated by using the $a(T)$ -, $b(T)$ - and $c(T)$ - T curves. The obtained results are briefly discussed on the basis of the occupancy in the oxygen atom around Cu(I) atom.

1. はじめに

超伝導酸化物の発見¹⁾以来、その超伝導転移温度 T_c の上昇と発現機構に関する実験、理論の両面からの研究は、現在でもなお精力的に行われている。酸化物超伝導物質の中で、90 K 代の T_c を有する $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ はポピュラーな研究対象となっている。この物質は、工業的に応用する上で都合のよい利点を数多く有している。前報^{2,3)}では、工業的な側面についての研究を報告した。熱膨張係数は、基礎データとして重要であると思われるが、今だ研究例は多くな

い。 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ に関する熱膨張の研究は、低温領域⁴⁻⁸⁾と高温領域^{9,10)}で行われている。特に、 T_c 近傍における低温領域の研究で明らかにされている特徴をまとめると次のようになる。(1) 格子定数 a , b , c は、温度の低下とともに減少し、それらの変化する割合 Δa , Δb , Δc は、非常に小さい；例えば、 $[\Delta a, \Delta b, \Delta c] = [-0.76\%, -0.52\%, -1.51\%]$ ⁴⁾； $[-0.2\%, 0.2\%, 0.4\%]$ ⁶⁾。(2) a , b , c の減少する割合は、 T_c 以下の温度範囲で、緩やかになる。(3) 斜方晶度 $\eta = 2(b-a)/(a+b)(\%)$ が T_c 付近で丘状の異常を示す^{4,6,7)}。

斜方晶型結晶構造 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ には、2種類の Cu 原子位置と5種類の酸素 O 原子位置 O(1)~O(5)が存在する(図1参照)¹¹⁾。Cu 原子に注目すると、 b 軸方向に酸素原子が欠損した平面4配位位置(この位置を Cu(I)位置という)

平成3年10月15日受理

* 一般教育部助教授

** 電気工学科教授

*** 電気工学科助教授

**** エネルギー工学科助教授

***** 電気工学科技術員