

# 氧元素含量对 $\text{La}_2\text{CuO}_4$ 低温电阻的影响

隋源

Jul 8 2022

## 1 $\text{La}_2\text{CuO}_4$ 的低温电阻阻值

$\text{La}_2\text{CuO}_4$  作为最早被发现的高温超导化合物的基体被广泛研究。无掺杂的  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  是一种反铁磁绝缘体，其在低温下阻值随着温度的降低而升高。从可以查阅的文献中找到的有明确记录是绝缘体行为的  $\text{La}_2\text{CuO}_{4\pm\delta}$  的低温电阻率的数据如下：

$\rho_{\parallel}(\Omega\cdot\text{cm})$	$\rho_{\perp}(\Omega\cdot\text{cm})$	$T(\text{K})$	数据来源	时间	$\delta$
1.2–0.012	120–12	4–40	[1]	1988	/
7.8	/	40	[2]	1989	/
640	8600	40	[3]	1991	/
100–2.5	/	8–40	[4]	1988	<0
1800–27	/	10–40	[5]	1988	<0
900	>1000	40	[6]	1994	0.001
1800	?	40	[7]	1992	0
100000–700	?	10–40	[8]	1993	>0
10000–42	?	20–50	[9]	2002	?
2500	100000	30	[10]	1989	/

## 2 氧过剩/缺乏程度对 $\text{La}_2\text{CuO}_{4\pm\delta}$ 低温电阻的连续影响

已经证实在  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  中氧过剩/缺乏都能产生高温超导现象 [7,11]。大量工作表明随着氧过剩的加强，低温  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  的电阻率不断下降，并从绝缘体变为超导态 [6,7]。然而，对揭示氧缺乏程度对低温  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  的电阻率的连续影响的测量工作比较空白，

但不少工作分别测量到了氧缺乏状态下低温  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  的绝缘体行为和超导态 [11,12]。Unoki, H. et al. 的工作解释了随着氧缺乏程度的增加, 低温  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  的电阻率行为由绝缘体向金属性转变的过程 [5]。然而, 由于当时对组分的测定精度不高 [4], 且不同工作所用晶体生长及电阻测量的方法均有差异, 难以从原有文献中确定氧缺乏程度对低温电阻阻值存在单调影响 [4,13]。当时的工作主要围绕金属掺杂展开, 并没有过多文献报道氧缺乏对电阻的连续影响, 仅有对其结构转变产生超导态的报道。

### 3 说明

1. 表中数据大部分是基于原始文献图表读出的, 有效数字在一到两位之间。
2. 表中“—”表示对应温度范围下的电阻率范围, 所有数据都满足  $\frac{d\rho}{dT} < 0$ 。没有列出范围的数据行记录了对应文献的最低温度电阻率。
3. 表中  $\rho_{\parallel}$  和  $\rho_{\perp}$  分别表示沿和垂直于  $\text{CuO}_2$  平面的电阻率。在  $\rho_{\perp}$  列标注“/”的数据表示只有沿  $\text{CuO}_2$  平面的电阻率, 标注“?”的数据表示原始文献未明确说明测量平面。
4. 表中一篇原始文献对应一行数据, 是相同样品不同处理方式 (如氩气/氧气/空气退火) 得到的最高电阻率 (范围)。
5. 表中  $\delta$  列标注  $<0$  表示样品提及氧缺乏 (如 title 为  $\text{La}_2\text{CuO}_{4-y}$ ), 标注  $>0$  表示样品提及氧过剩 (如 title 为  $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ ) 未标注是否缺乏/过剩 (如 title 为  $\text{La}_2\text{CuO}_y$ ) 标“?”; 未提及 (title 为  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ ) 数据列标“/”, 只有明确提及具体数值时才会写出对应数值。

### 4 引用文献

- [1]Cheong, S-W. et al. Electronic anisotropy in single-crystal  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ .
- [2]Suzuki, M. Hall coefficients and optical properties of  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  single-crystal thin films.
- [3]Hundley, M.F. et al. Anisotropic electronic and thermal transport properties of lightly oxygen-doped  $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ .
- [4]Oda, M. et al. Electric Properties of  $\text{La}_2\text{CuO}_{4-y}$ .
- [5]Unoki, H. et al. Magnetism and electric conduction in a single crystal  $\text{La}_2\text{CuO}_{4-y}$ .
- [6]Itoh, M. et al. Calorimetric and resistometric studies of  $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$  single crystals: Displasive character of phase transitions in 190–310 K.

- [7]Grenier, J.-C. et al. Transport and magnetic properties of the superconducting  $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$  phases ( $0 < \delta < 0.09$ ) prepared by electrochemical oxidation.
- [8]Cassart, M. et al. Improvement of the superconducting properties of the  $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$  system ( $0 \leq x \leq 0.15$ ) by low-temperature fluorination.
- [9]Pu, Q. et al. Infrared spectra and transport properties of Li-doped La214 system.
- [10]Cheong, S-W. et al. Transport in crystalline  $\text{La}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ : Enormous anomalies at  $T_N$  for small hole doping.
- [11]Yoshizaki, R. et al. Anomalous enhancement of superconductivity observed in  $\text{La}_2\text{CuO}_{4-y}$ .
- [12]Ribault, M. et al. Magnetoresistance effects in single crystal  $\text{La}_2\text{CuO}_{4-y}$ .
- [13]Ku, H.C. et al. Systematics of superconductivity in the  $\text{La}_{2-x}\text{CuO}_{4-\delta}$  and  $(\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x)\text{CuO}_{4-\delta}$  systems.