Bi-2223 単結晶と intergrowth Bi-2212 の T_c における圧力効果

Pressure effect of superconducting transition temperature in Bi-2223 single crystal with small amounts of intergrowth of Bi-2212

物材機構 [1], 筑波大 [2], 弘前大 [3] ○足立 伸太郎 [1], 松本 凌 [1, 2], 原 裕 [1, 2], 齋藤嘉人 [1, 2], 宋 鵬 [1, 2], 竹屋 浩幸 [1], 渡辺 孝夫 [3], 高野 義彦 [1, 2]

[1]NIMS, [2]Univ. of Tsukuba, [3]Hirosaki Univ., ○Shintaro Adachi[1], Ryo Matsumoto[1, 2], Hiroshi Hara[1, 2], Yoshito Saito[1, 2], Peng Song[1, 2], Hiroyuki Takeya[1], Takao Watanabe[3], and Yoshihiko Takano[1, 2]

E-mail: ADACHI.Shintaro@nims.go.jp

銅酸化物高温超伝導体の重要な研究課題のひとつに圧力誘起ドーピングがある。$YBa_2Cu_4O_8$(Y-124)の Y サイトを Ca 置換(即ち、ホールドーピング)するほど転移温度 T_c が最大となる圧力が低くなるという最近の報告[1]や、YBCO や Tl-2201、Bi-2212 におけるホール係数の圧力依存性[2]を調べた結果は、圧力誘起ドーピングの存在を示唆する。一方、銅酸化物の T_c における興味深い経験則は、単位格子中の CuO_2 面の数 n が 3 層となるまでは n が増えるほど T_c が上昇し、4 層以上では下がる点である。しかし、n が増えても電荷供給層の数は変わらない。また、n が増えるほど CuO_2 面毎の平均キャリア密度は必然的に低下する。多層型銅酸化物では化学的ドーピングが困難となる。もし多層型銅酸化物で圧力誘起による CuO_2 面のキャリア密度の増加が可能となるならば、CuO_2 面が積層することに伴う利得を最大限発揮した更なる高 T_c が発現するかもしれない。

本研究では、3 層構造 $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ (Bi-2223)単結晶と intergrowth の 2 層構造 $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ (Bi-2212)の T_c における圧力効果を調べた。両者は共通の電荷供給層を持つため、CuO_2 面数 n による違いをきれいに比較できるメリットがある。高圧下電気抵抗測定は電極としてボロンドープダイヤモンドを備えた独自のダイヤモンドアンビルセル[3]を用いて行い、2つの T_c を観測した。Bi-2223 と Bi-2212 の T_c をそれぞれ T_c1、T_c2 とした。図 1a に、T_c1 と T_c2 の圧力依存性を示した。どちらの T_c も圧力に対してドーム型の振る舞いを示した。興味深いことに T_c1 は T_c2 に比べてより高い圧力の時に最大値を示した。図 1b に、比較のために規格化した T_c を P / n = (印可圧力 ÷ CuO_2 面数)の関数としてプロットした結果、それぞれの曲線は良い一致を示した。これらの結果は、先行研究[1, 2]同様に高圧を印可することで実効的なホールドーピングが働くことがあり、しかも CuO_2 面数 n を反映していることを示唆している。もしも、4 層構造の Bi 系銅酸化物に高圧を印可させることができたら、その転移温度 T_c は図 1a 中の赤点線のような曲線を描くと予想している。

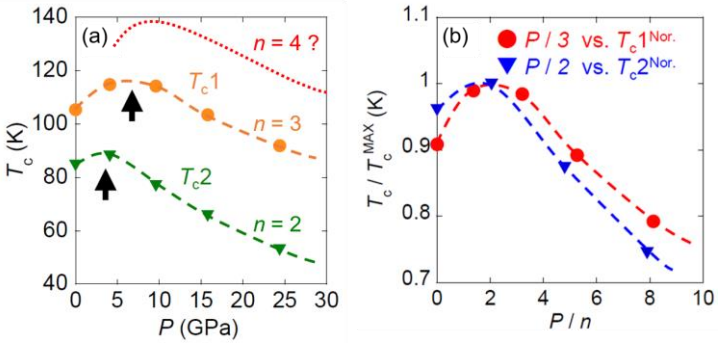

図 1 (a) T_c1 と T_c2 の圧力依存性。図中の矢印は T_c の最大値を示す。赤の点線は 4 層構造 Bi 系銅酸化物における T_c の圧力依存性の予想。(b) ドットは規格した T_c1 vs. P / 3。逆三角形が規格化した T_c2 vs. P / 2。

(参考文献)

[1] Mito *et al*., JPSJ **85**, 024711 (2016).

[2] Murayama *et al*., Physica C **183**, 277 (1991).

[3] Matsumoto *et al*., APEX **11**, 053101 (2018).

© 2019年 応用物理学会