

Au-YBCO 積層膜のノーマル伝導と超伝導揺らぎ伝導率特性

Fluctuation conductivity and normal-state conduction in Au-YBCO binary films

小山高専¹, 物材機構², ケイ・アト・アール クリエーション³

五月女友哉¹, 小野塚章太¹, 森夏樹¹, 土田英一¹, 山本拓馬², 高野義彦², 吉田光佑³, 吉田光良³

Oyama Nat. Coll. Technol.¹, NIMS², K&R Creation³

Y.Sohotome¹, S.Onoduka¹, N.Mori¹, E.Tsuchida¹, T.Yamaki², Y.Takano², K.Yoshida³, M.Yoshida³

E-mail: mori@oyama-ct.ac.jp

【はじめに】超伝導揺らぎ伝導率の研究においては、normal 状態の抵抗率特性 $\rho_n(T)$ をどのように求めるかが重要である。高温超伝導体に関しては、殆どの場合、 T_c 以上で揺らぎが無視できる十分な高温領域（例えば、 T_c の 1.5 倍程度の温度から室温まで）において直線的な近似式 $\rho_n(T) = AT + B$ を用いている。しかし、Zn 等の不純物を含む場合には、非線形な $\rho_n(T)$ 特性が観測されている。本研究では、応用面で利用されている Au-YBa₂Cu₃O_{7-δ} (Au-YBCO) 積層膜における T_c 以上での超伝導揺らぎ伝導率の評価法について報告する。

【Normal 伝導特性】試料は、真空蒸着法により作製された Au-YBCO 積層膜 (Ceraco 社製, 独) で、膜厚は Au : 200nm, YBCO : 330nm である。比較のために YBCO 単層膜 (膜厚 330nm) も評価した。Fig. 1(a)は、これらの積層膜と単層膜における抵抗率の温度特性 $\rho(T)$ を示す。通常、Au 等の貴金属単体では、 $\rho(T)$ が Bloch – Grüneisen (BG) の法則に従うことが知られている。また、YBCO 単層膜でも BG 形式で記述できるという報告[1]がある。そこで、本研究では、normal 伝導として次に示すような一般化された BG 型の $\rho_n^{BG}(T)$ を仮定して記述することを試みた。

$$\rho_n^{BG}(T) = 4\rho_n(\Theta_D) \cdot (\Theta_D/T)^n \int_0^{\Theta_D/T} \left[\frac{x^n}{(e^x - 1)(1 - e^{-x})} \right] dx + \rho_i^0 \quad (1)$$

ここで、 Θ_D は Debye 温度、 ρ_i^0 は試料の不均一性等に伴う温度に依存しない定数項を表す。Fig. 1(a)の実線は、式(1)で Θ_D , n , ρ_i^0 を fitting parameter とした時の理論曲線を示し、積層膜と単層膜の両者における $\rho(T)$ data を良く記述出来ることが分かる。

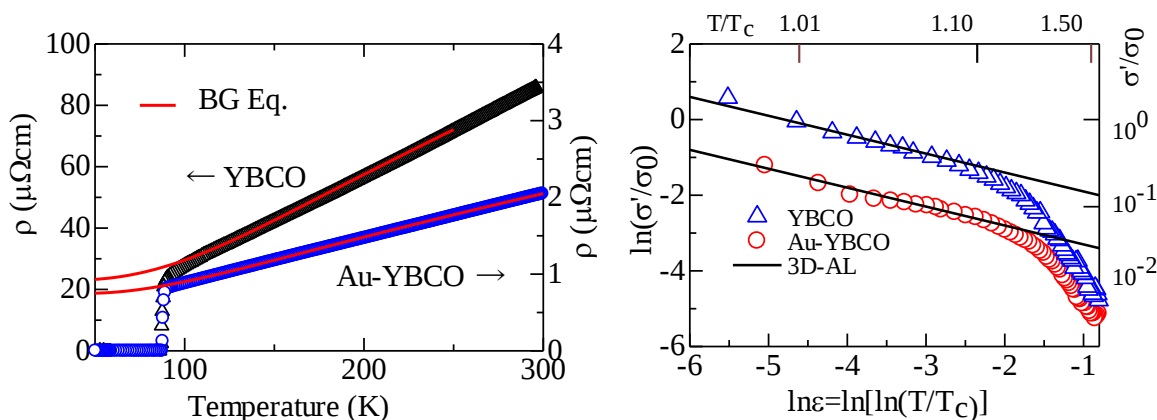


Fig. 1. (a) $\rho(T)$ behavior of YBCO and Au-YBCO films with theoretical fits of BG-Eq. (1).

(b) Bilog plots of $\sigma'(\epsilon)$ data for the films together with fits of the 3D-AL theory.

【揺らぎ伝導特性】揺らぎ伝導率は、 $\sigma' = [\rho(T)]^{-1} - [\rho_n^{BG}(T)]^{-1}$ により算出した。Fig. 1 (b)は、Au-YBCO と YBCO 膜における規格化された揺らぎ伝導率 $\sigma'(\epsilon)$ 特性を両対数表示形式で示したものである($\epsilon = \ln(T/T_c)$: 還元温度、 σ_0 : 室温の伝導率)。この結果から分かることは、Au を coat した場合に、YBCO 単層膜に比べ相対的な揺らぎの振幅が減少していることで、近接効果を考慮した揺らぎ伝導率の理論[2]と定性的に一致している。また、実験 data は実線で示した 3 次元(3D)系の Aslamazov- Larkin (AL)理論を用いて、通常より広い還元温度領域で良く記述されている。

本研究の初期段階における小山高専の篠崎基矢君、北島魁人君、茂呂拓哉君の支援に感謝する。

(参考文献)

[1] E.L. Hasse and J. Ruzicka, KfK (Karlsruhe) Report No. 4984 (1990).

[2] N. Mori, J. Low Temp. Phys. 46 (1982) 543.