

池部研究室 諸井 睦

1、序論

酸化物超伝導体の熱伝導率 (κ) は、電子-フォノン相互作用に関する重要な情報を与えてくれる。さらに、線材への応用の際に問題になる、動的安定性を評価する重要なパラメータである。本研究では、熱的応答性がよく、試料からの熱流出を最小限にするため、直径0.075mmφのAu+0.07%Fe-加測熱電対を用いて熱伝導率を正確に測定するために種々の検討を行った。さらに、TSFZ (Travelling Solvent Floating Zone) 法で作製されたBi系単結晶のC軸方向の熱伝導率 (κ_c) を測定した。

2、実験

a) 試料

- ①オーステナイト型ステンレス鋼標準サンプル (NBS製 SRM 1460)
- ②Bi₂Sr₂CaCu₂O_x 単結晶 (神戸製鋼製 TSFZ法)

b) 測定

図1に、本研究で用いた定常熱流法を示す。試料の上端にはヒータとして金属被膜抵抗を、下端には測定温度をモニターするカーボン・ガラス抵抗 (CGR) がくみ込まれた銅ブロックを取り付け、ヘリウム冷凍機のcold headの上に置いた。抵抗を通して与えられたジュール熱量 Q は、試料中を伝わり温度差 ΔT を生む。この時の熱伝導率 κ は、

$$\kappa = (Q/\Delta T)(L/S) \quad (1)$$

で与えられる。ここで L は温度差を測定した2点間の距離が測ら、 S は試料の断面積である。 ΔT をモニターするためには、Au+0.07%Fe-加測熱電対を用いた。

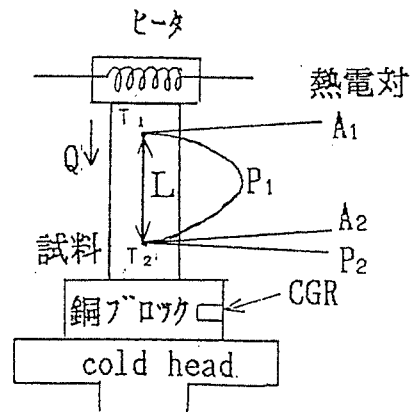


図1：定常熱流法

3、結果及び考察

図2はNBSで校正されたオーステナイト型ステンレス鋼標準サンプルの熱伝導率の温度依存性と、本研究で測定した測定値を示している。NBSの値と測定値の間には4%~25%の誤差が認められた。35K以下で、真空度が 10^{-7} (Torr) のオーダーになると誤差が小さくなる事から、測定には 10^{-7} (Torr) のオーダーが必要である。35K以下での真空度の変化は、ハメチックシールからのリークが存在したために、cold headに吸着または脱離するガス分子が原因と考えられる。以上の事から、今回の測定には最大25%の誤差をとまなうことを考慮しなければならない。

図3はTSFZBi2212単結晶のC軸方向で、ヒータで発生させるジュール-54-熱量を変化させて、変化した温度差 ΔT と、(1)式で計算される熱伝導率 κ_c の関係を調べた。(測定温度は110K, 80K, 50K) 温度差 ΔT が2K以下では、 κ_c が各測定温度ともほぼ一定であるが、それ以上の ΔT では κ_c に変化が生じてしまう。この結果から、測定は ΔT が0.5~1.4K間となるヒータ電流0.5~0.7mAで行うことにした。

図4はTSFZBi2212単結晶のC軸方向の熱伝導率の温度依存性の結果である。酸化物超伝導体の熱伝導率はフォノンの寄与によるものが支配的である。特にC軸方向では、AB面に見られる T_c 以下のエンハンスメントがなく、フォノンによる熱伝導率がさらに大きいことがわかる。また、AB面の熱伝導率の測定を行い κ_{ab} と κ_c の比を求めると70~110程度の値となる。この事から、酸化物超伝導体の熱伝導率には異方性があることがわかる。

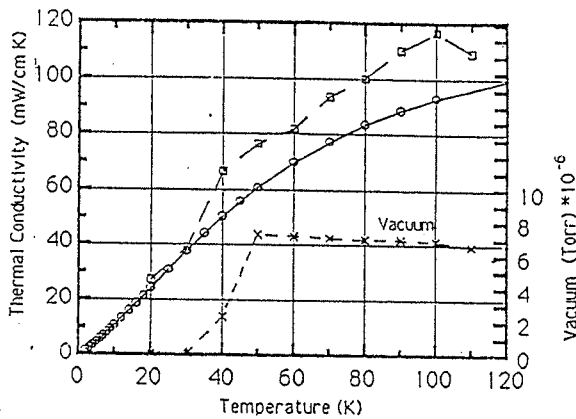


図2

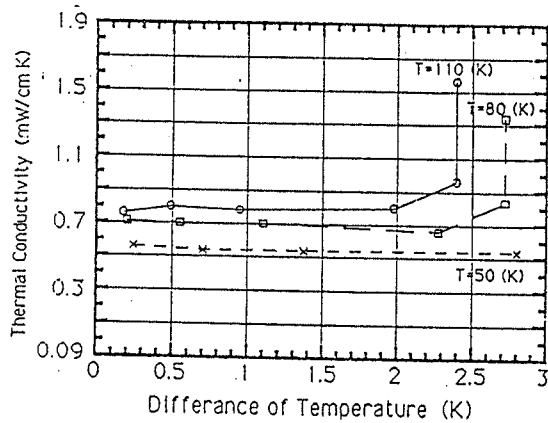


図3

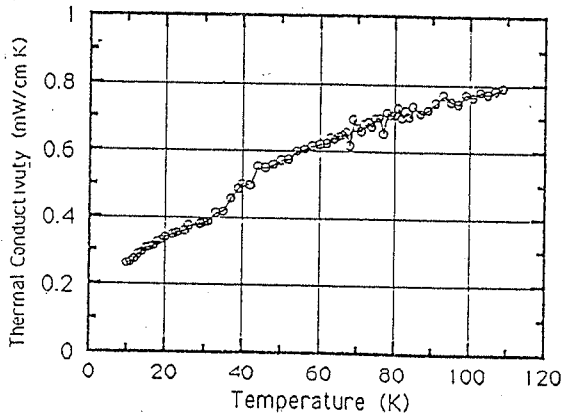


図4

4. まとめ

熱伝導率の正確な測定を行うために以下の事項に留意した。

- ΔT のモニターを0.075mm ϕ の極細熱電対を用いることで試料からの熱流出を避ける。
- 輻射を避けるために輻射シールドをセットする。
- ハーメチックシールからのリークを防ぎ真空度を 10^{-7} (Torr) オーダ以下にする。
- ヒータに加えるPowerから生じる κ の誤差をなくすために ΔT の最適化を行う。

1. 月
 酉
 合所
 構造
 本石
 0)
 験入
 2.
 3.
 (二
 種類
 徐冷
 (二
 (二
 図:
 約:
 10
 10
 TEMP(C)
 区