

池部研究室 岩田 邦男

1. 目的

熱起電力は物質を特徴づける一つの重要な物理量であり、酸化物超電導体の物性に関しても貴重な情報を与えると期待される。本研究では、Bi系、Y系の酸化物超電導体の熱起電力の測定をし、得られたデータに対し検討を行った。

2. 実験方法

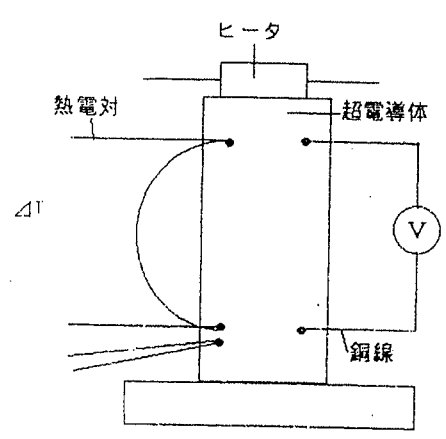


図1

図1に測定装置図を示す。測定装置は能登研究室のHe冷凍機を用いた。温度測定には、ワニスを使って取り付けられた金、鉄-クロメル熱電対を用い温度差 ΔT を求めた。電圧測定端子は銅線をインジウム半田で試料に取り付けた。上部には小型ヒータを取り付け、これにより上部と下部に温度差 ΔT を与え発生する熱起電力 ΔV を測定しゼーベック係数 $S = \Delta V / \Delta T$ を求めた。ここで、測定結果は銅線の熱起電力(S_{Cu})も含んでいるため、試料の熱起電力(S_{SA})を求めるためには銅の絶対熱起電力から実験値を引いてやる必要がある。銅の絶対熱起電力は文献値を用いて最小2乗法で5次式に近似して計算した。

すなわち

$$S_{EX} = S_{Cu} - S_{SA} \text{ であるので } S_{SA} = S_{Cu} - S_{EX} \text{ で求める。}$$

S_{EX} : 実験値 S_{Cu} : 銅の熱起電力 S_{SA} : サンプルの熱起電力

ゼーベック効果は温度勾配をつける事によるキャリア密度の増加と拡散ードリフト効果によって起こる。超電導体においては、その性質上臨界温度以下 ($T_c \geq T$) になるとキャリアがクーパー対を形成するため測定されるゼーベック電圧がゼロになると予想される。

3. 結果

ここでは、Floating Zone法で作製したBi(2212)超電導体に、Agを10wt%、15wt%、0wt%添加した試料の結果を示す。それぞれの温度Tに対してのゼーベック係数とAgそのものの絶対熱起電力を図2に示す。図3にはそれらの電気抵抗率の温度依存性も示す。

(1) FZ法 Bi(2212) Ag添加なし

臨界温度 T_c は、80 [K]程度。ゼーベック係数の最大値は110 [K]ぐらいで、10 [$\mu V/K$]。温度Tの上昇に従いその後減少する。

(2) FZ法 Bi(2212)

Ag 10 wt% 入り

臨界温度 T_c は、90 [K] 付近で、ゼーベック係数の最大値は 110 [K] 付近で 4.5 [$\mu\text{V}/\text{K}$]。温度 T が上昇するに従いあまり変化せず推移していく。

(3) FZ法 Bi(2212)

Ag 15 wt% 入り

臨界温度 T_c は、10 wt% 入りのものと同じで 90 [K] 程度。ゼーベック係数の最大値は 110 [K] 付近で 3 [$\mu\text{V}/\text{K}$] で、温度 T が上昇するに従いあまり変化せず推移していく。

次に焼結体の YBCO 超電導体の結果を示す。図 4 に温度 T に対してのゼーベック係数、図 5 に電気抵抗率の温度依存性を示す。

YBCO 焼結体

臨界温度 T_c は、90 [K] 付近。ゼーベック係数は 105 [K] で最大値 7 [$\mu\text{V}/\text{K}$] で温度 T の上昇に従い減少していく。

図 2、図 4 のグラフに示すように T_c 以下では予想通りゼーベック係数はゼロを示した。ゼーベック係数の符号からキャリアはすべて正孔であると考えられる。図 3、図 5 の電気抵抗率から求めた T_c と、図 2、図 4 のゼーベック係数から求めた T_c は、一致した。

4. 評価

FZ法 Bi(2212) Agなし、Ag 10 wt% 入り、Ag 15 wt% 入りの熱起電力の大きさの違いについて評価する。データから明らかに Ag 入りのものが熱起電力は小さくなっている。まず Bi(2212) と Ag そのものの熱起電力は、Bi(2212) の方が Ag よりも大きい。単純に考えれば熱起電力の比較的大きい Bi(2212) にそれに比べ小さい Ag を混ぜて増やせば、Bi(2212) そのものから Ag そのものへ近づいていくことになるので、大きさは当然減少すると考えられる。又、上述の物質の測定から電気抵抗率から求めた T_c と、ゼーベック係数から求めた T_c は、一致することが分かった。

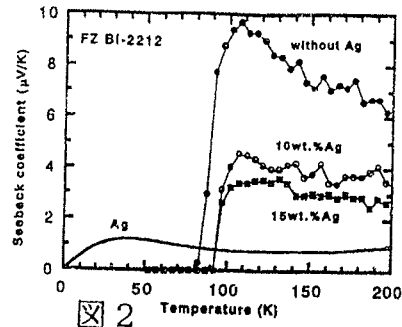


図 2

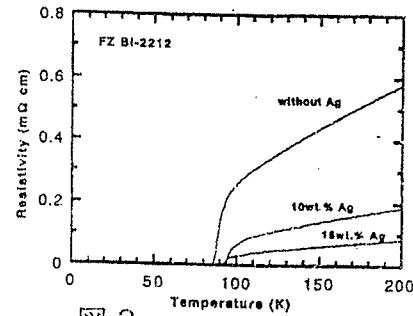


図 3

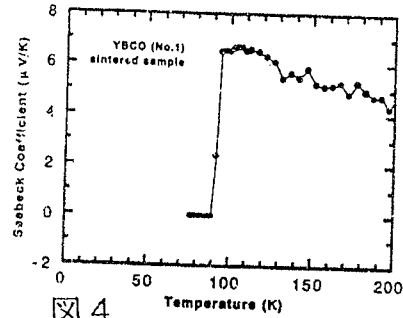


図 4

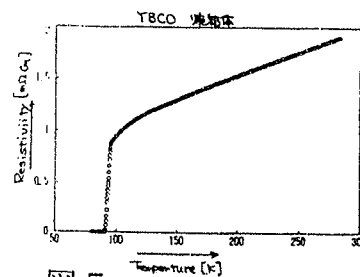


図 5