

Bi₂Sr₂CaCu₂O_y の熱処理効果 II

電子情報工学科 矢萩・橋本研究室

I E 9 3 7 照井猛史 I E 9 5 0 谷地茂夫

【はじめに】

これまで本研究室では、物質として安定なビスマス系超伝導体 Bi₂Sr₂CaCu₂O_y を取り上げ、熔融法による結晶育成を行い、X 線回折と電気的性質から結晶の評価を行ってきた。その結果、空气中で熱処理すると電気抵抗率は低くなり、臨界温度 T_c は高くなった。一方、真空中で熱処理すると電気抵抗率は高くなり T_c は逆に低くなるのがわかった。この結果から、真空中の熱処理では CuO₂ 面内において O が放出され、空气中の熱処理では O が吸収されるものと考えられてきた。

本研究では、育成した Bi₂Sr₂CaCu₂O_y の熱処理条件を変化させた時の熱処理効果と、結晶表面から In または Li を拡散させた時の特性を電気抵抗率の測定を通して知見を得ることが主な目的とした。

【実験方法】

ビスマス系 高温超伝導体の結晶を育成するため、出発素材となる Bi₂O₃, SrCO₃, CaCO₃, CuO を原子量から出した。比率は Bi : Sr : Ca : Cu = 2 : 2 : 1 : 2 とした。各試料の重さは直示天秤を用いて測定し、メノー乳鉢で 2 時間かけよく混ぜ合わせた。混合した試料をタンマン管に入れ、さらにセラミックファイバーで作ったホルダーで覆い、隙間にガラスワールを詰めて固定し、電気炉にセットした。図 1 に示す温度プログラムのように、室温から 980°C まで試料を加熱し溶解させ、時間をかけて自然冷却させて結晶を作成し、電気炉の調整から比例帯(P)は 4(%)、積分時間(I)は 2000(S)、微分時間(D)は 15(S)とした時、最適な温度プログラムになった。

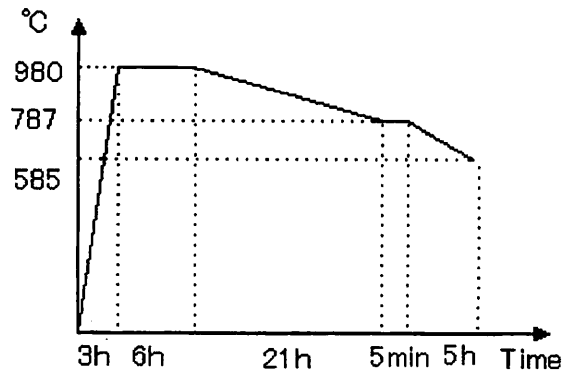


図 1. 温度プログラム

育成した結晶を D.C. パワーパックを使いタンマン管に切れ目を入れ取り出し、三枚にカットした。その結晶は、X 線回折により結晶構造が確認された。熱処理は、空气中、真空中、アルゴンガス中の各々の雰囲気中で、400°C で一時間行った。また、結晶表面から In と Li を拡散させるために、同様な雰囲気中で熱処理を行った。また、In と Li の拡散実験では、結晶をタンタルで作った坩堝に入れて熔融状態でも行った。

【結果・考察】

図 2 は、育成した結晶の各熱処理した後の電気抵抗率の温度依存性を示したものである。V₁ は、真空中で熱処理したものである。真空中で熱処理すると電気抵抗率が約 $1 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ ほどの違いがみられた。一方、V₂(In) は結晶表面に In を拡散させたもので、約 $3 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ もの違いがみられた。また、結晶表面に In を拡散させアルゴン中で熱処理したものは、電気抵抗率は約 $9 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ で臨界温度 T_c は as-grown 状態よりも約 20K 程低温側にシフトした (図中 Ar(In))。Air は空气中で熱処理したもので、as-grown の状態には戻らなかった。この結果から考えると、真空中の熱処理で O は放出されたことが予想されるが、In 及び Ar が吸収されたかどうかは判断できない。熔融 In や Li 中での熱処理では、結晶と熔融液が分離して拡散しないことがわかった。

Ar(In) と as-grown の熱処理を比べると T_c、電気抵抗率ともに全く違う結果が得られた。その原因の解明は、これからの研究課題である。

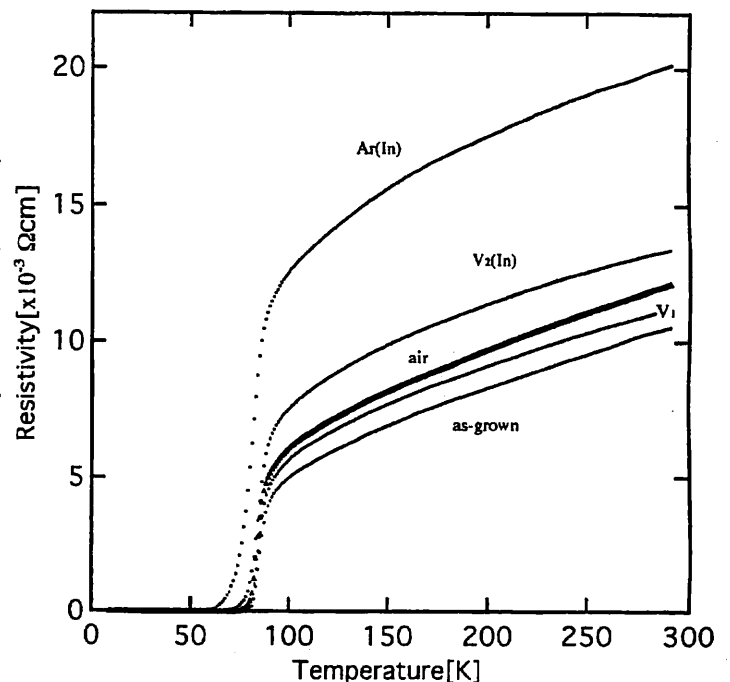


図 2 各熱処理におけるの Bi₂Sr₂CaCu₂O_y 電気抵抗率の温度依存性