

2B-9 Ag ドープBi 2212結晶の異方的輸送特性に関する研究

池部研究室

及川滋暁

1. 序論

Bi 2212系酸化物超伝導体 ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$) は層状構造を持ち、結晶構造に異方性がある。そのため、電気抵抗率、熱伝導率などの物性値は、層に対して垂直方向 (C軸) と水平方向 (ab面) とでは大きく異なる。この結晶にAgを添加すると、結晶の配向性を高め、超伝導特性を向上させることが報告されている。この添加したAgが、結晶中のどの部分にどの割合で存在するかを見積もるため、3軸方向の電気抵抗率を測定し、簡単なモデルを用いて解析した。なお、結晶はFZ法 (浮遊帯域融解法) により作成されたものである。

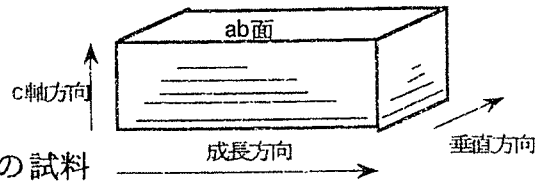


fig.1 Bi2212の層状構造

2. 測定方法

測定にあたり、Bi 2212の三種類の試料

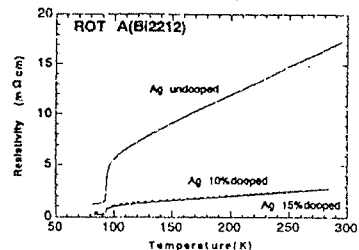
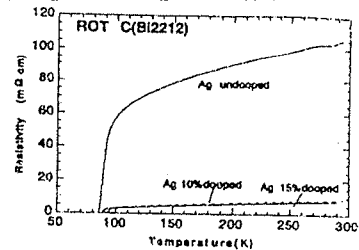
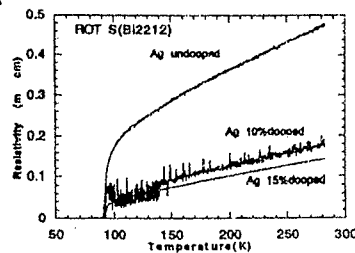
(Agなし、Ag 10wt%添加、Ag 15wt%添

加) (JFCC 製作) それぞれについて三つの方向 (C軸方向、成長方向、さらにそれに垂直な方向) を顕微鏡で確認した。電気抵抗率測定を行う方向に垂直な二面にインジウムはんだを平板状につけて電極とした。電極には電圧・電流測定用の端子をとりつけて測定を行った。

3. 結果

fig. 2 に3方向の電気抵抗率測定結果を示す。Agの添加量が増加するほど、抵抗率が小さくなっているのがわかる。Agの電気抵抗率がBi 2212の電気抵抗率に比べ小さいことをふまえれば、このことは当然の結果である。Ag 15%添加した試料で三方向を比較すると、200 [K] のとき、c軸方向で6 [mΩ cm]、成長方向 0.1 [mΩ cm]、垂直方向 2 [mΩ cm] 程度と、c軸方向が極めて大きく、成長方向の60倍もの値を示し、異方性がかなり大きいことが確認される。

fig. 2



4. 解析

モデル

本実験で測定したAg添加のBi 2212の電気抵抗率を解析するために、fig.3のモデルを当てはめる。電子顕微鏡の観察より結晶中で連続して存在しているAgを外側の骨格

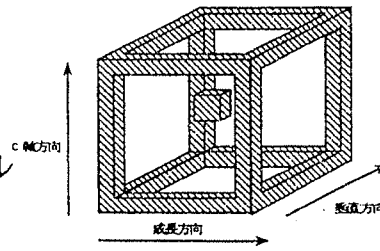


fig.3 Ag 添加Bi2212 解析モデル

(柱)に仮定し、内部で点在しているAgは中央部へ押し込め、構造を簡略化したものである。三方へ伸びるAgの柱の太さをそれぞれ変えることによってAg入りBi 2212の異方性を表すことにする。

解析方法

初めに測定方向に対して最も影響を及ぼすと思われる測定方向に平行に伸びる4本のAgの柱とBi 2212だけで構成される fig.4 のモデルを用いて前に述べた3方向について柱の太さを決める。以前に研究室で測定された種々の

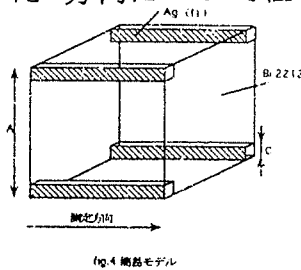


fig.4 簡易モデル

純度のAgの電気抵抗率と、今回測定したBi 2212の電気抵抗率をもとにして、柱の太さを変化させたときの理論上の抵抗率をその都度計算した。計算には、代表値として120 [K]、150 [K]、200 [K]の3点での電気抵抗率の値を用い、実測値との誤差の二乗平均を求め、誤差が一番小さくなったところの柱の太さをモデル値として採用した。さらに実際にAgを添加した量と柱に使われるAgの量との差を内部のAgとして仮定しさらに微調整を行った。

5. 結論

上記のようにして決定したモデル一辺に対する3方向の柱の太さの比をfig.5に示す。成長方向に伸びる柱の比が0.04前後と、垂直方向の約4倍、c軸方向と比較すると6~7倍もの値である。c軸方向の柱が細くなったのはBi 2212特有の層状の構造のためと考えられるが、成長方向の柱がこれほどに太くなったのは、結晶成長の過程でAgが柱状に連続したためで、試料の作成条件が大きく関係することがうかがえる。このモデルによってAg入りBi 2212の電気抵抗率の特性に対するAgの効果を把握することができた。

	c軸方向	成長方向	垂直方向
Ag 10wt% 添加	0.0060	0.037	0.0097
Ag 15wt% 添加	0.0061	0.043	0.0102

fig.5 モデル一辺(A)に対する三方向へ伸びる柱の太さ(C)の比(C/A)の計算値