

1B-12 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ 酸化物超伝導体の超伝導特性に関する研究

池部研究室 田鎖 賢二

1 はじめに

Bi系酸化物超伝導体は、化学式としては $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4}$ と表される。そして $n=1, 2, 3$ 各相は、2201, 2212, 2223相と呼ばれ、各相の超伝導転移温度は、それぞれ10, 80, 110K である。そのため各相を 10K相、80K相、110K相とよぶ。各相の結晶構造は層状構造をもつため垂直(c軸)方向と水平面(ab面)方向では電気抵抗率や熱伝導率が大きく異なっているという特徴を持っている。本研究の目的はBi系酸化物超伝導体の単相化が難しい 80K相の作製条件を検討する事である。

2 作成方法

$\text{Bi}_2\text{O}_3, \text{SrCO}_3, \text{CaCO}_3, \text{CuO}$ の微粉末をBi: Sr: Ca: Cu=2:2:1:2 に混合して 800℃で16時間仮焼きし、粉碎、混合後 840℃で5時間の仮焼きを行う。さらに粉碎、混合後 860℃で30時間加熱したのち部分溶融法を行う。部分溶融法とはBi2212が 900℃付近で溶融する性質を用いて、配向性を有する組織構造を作製する方法であり fig.1のような温度のパターンで熱処理を行う。本研究では図のピークの部分を 890℃~910℃まで変化させ、またピーク温度に保持する時間も8~15分まで変化させて作成した試料の様々な測定を行った。又、同和鉱業(株)で作製した同様の試料との比較検討を行った。

部分溶融法

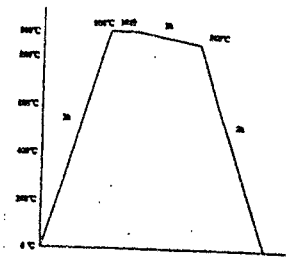


fig.1

3 実験と考察

3.1 電気抵抗率の測定

測定は直流4端子法で行った。fig.2 はピーク温度をそれぞれ 895℃~910℃まで変化させて10分間保持したときの温度と電気抵抗率の関係である。110K付近でわずかに電気抵抗率に変化が見られるが、これは少量の110K相が混在しているためではないかと考えられる。また、どの試料もT_cのオンセットは 90Kほどで、78K以上の温度では抵抗率が0にはならなかった。また、fig.3 はピーク温度を 905℃一定にして保持時間を8~15分まで変化させたときの100Kと200Kの電気抵抗率である。これより加熱時間は10分程度のときに、非常に抵抗率は小さくなるのがわかる。また同和鉱業作製によるピーク温度 900℃で10分間保持したサンプルと比較してみると300K付近ではほぼ等しい抵抗率のサンプルを作製することができたことが分かる。

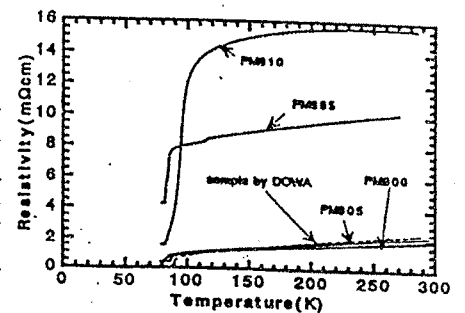


fig.2

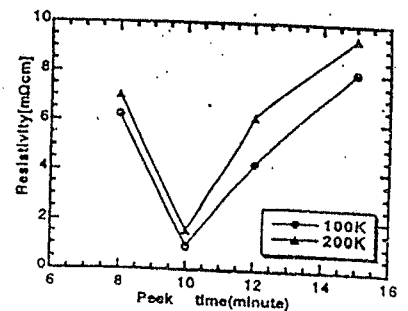


fig.3

3. 2 走査形電子顕微鏡 (SEM) による表面構造の解析

ピーク温度を 895℃~910℃まで変化させて作製した試料の表面をSEMで観察した。その結果 895℃で加熱したサンプルはほとんど溶融は見られずに、配向していない結晶構造であった。900℃.905℃で加熱したサンプルは部分溶融が起こっており配向性を持った結晶構造が見られた。910℃で加熱されたサンプルは完全に溶融されており配向性は見られなかった。

3. 3 X線回折による解析

作製した試料の 10K相の存在を調べるためにX線回折による解析を行った。今回の解析では、10K相における(1, 0, 5)面と80K相における(1, 0, 7)面とのピーク値からX線回折強度の比を求めた。fig.4 はピーク温度を 895~910℃まで変化させて10分間保持したときの(80相の(1, 0, 7)面のピーク値)/(10K相の(1, 0, 5)面のピーク強度)のピーク強度の比である。また、

fig.5はピーク温度 905℃において保持時間を8~15分まで変化させたときのピーク強度の比である。これらの結果より、ピーク温度は 905℃付近で加熱時間は10分程度溶融したときに 10K相の生成を最小にする事が出来ることが分かった。

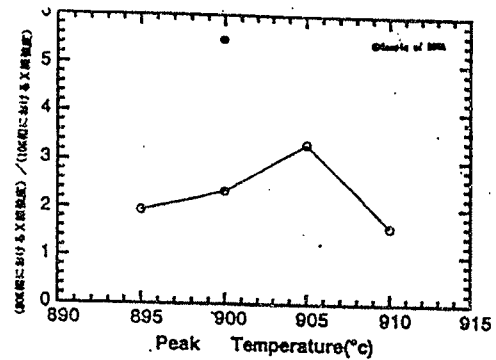


fig.4

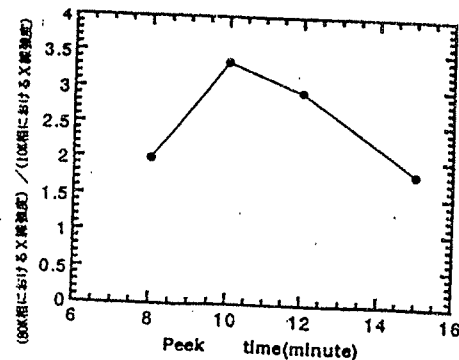


fig.5

3. 4 熱伝導率の測定

熱伝導率の測定は定常熱流法で行った。fig.6 は同和鉱業作成によるBi2212の温度と熱伝導率の関係である。図よりT。以下に温度が下がったときに、わずかながら熱伝導率が上昇しているのが分かる。この原因は超伝導状態になるとフォノンの散乱相手である電子がクーパー対を形成してしまうためフォノンの平均自由行程が長くなることに寄与する。

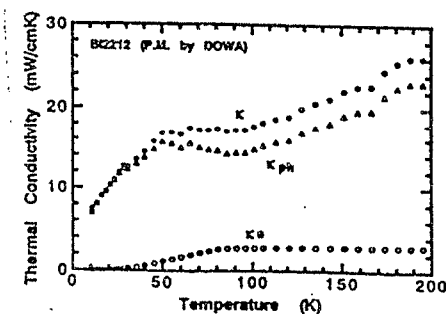


fig.6

4 まとめ

今回作成した試料は 80K以上で完全に超伝導状態になる試料は作成することが出来なかった。この原因はX線回折の結果から、10K相の存在が残っていたためではないかと考えられる。