

# 高温超伝導体 (Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>y</sub>) の結晶育成とその評価

電子情報工学科 矢萩研究室

IE722 齊藤幸史 IE727 塩島真 IE728 宍戸千洋

## 【はじめに】

普通、金属には電気抵抗があるので、電流を流すためには電圧をかけなければならない。この抵抗は温度を下げると徐々に減少していくが、最終的に絶対零度まで下げたとしても完全に消失することはない。ところが、ある特定の金属は冷却していくと臨界温度 (T<sub>c</sub>) で電気抵抗が急激に減少しゼロになる。そのため、電圧をかけなくても電流が流れるようになる。この現象が超伝導である。T<sub>c</sub>を室温に近づけるための研究が世界中で行われてきた。現在、最も室温に近い臨界温度はHg系の135Kである。

本研究では、水分や空気の影響を受けにくいピスマス系高温超伝導体Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>y</sub>を育成し、この超伝導体に生成される酸素欠損の状態を、X線回折と臨界温度の測定を通して知見を得ることが主な目的である。

## 【実験】

Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>y</sub>の結晶を育成するために、その原材料となるBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrCO<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>、CuOの式量をそれぞれの原子量より求める。その比率がBi : Sr : Ca : Cu = 2 : 2 : 1 : 2になるように計算し、これをもとに結晶の育成量を決め、各試料の重さを直示天秤を用いて秤量した。秤量した試料は、瑪瑙乳鉢でよく混ぜ合わせ、坩堝となるタンマン管 (大きさ T-2 : 12mmφ×103mm, T-3 : 19mmφ×102mm) に入れる。さらに、ステンレス製のホルダーで囲み、その間にガラスワールを詰めて固定した後、電気炉にセットした。

試料は、室温から980℃まで加熱し、その温度で6時間保ち、完全に熔融させる。その後、結晶成長を促進させるためにゆっくりと時間をかけて787℃まで冷却する。787℃で5時間保ち、再び冷却し585℃まで下げ、その後自然冷却した。試料の熔融及び単結晶の育成は、全て空気中で行った。更に、臨界温度の変化を調べるため、加熱、冷却の時間をそれぞれ変えて結晶育成を行った。X線回折は、ディフラクトメータ法で行い、電気抵抗率は、Van der Pauw法を用い、7~300Kの間で測定した。

## 【結果・考察】

本研究では、主に結晶育成時間 (G<sub>h</sub>) を変化させ、T<sub>c-onset</sub>、T<sub>c-offset</sub>、C軸、室温での電気抵抗率 (ρ) の違いを比較した。これらの値を表に掲げ、ρの温度依存性は図に示した。

G<sub>h</sub>を長くとした結晶は、T<sub>c-onset</sub>とT<sub>c-offset</sub>の温度差が11.8Kで、G<sub>h</sub>を短くしたときの結晶は、T<sub>c-onset</sub>とT<sub>c-offset</sub>の温度差が大きく、45.5Kとなった。

この結果から、G<sub>h</sub>が小さくなると、T<sub>c-onset</sub>とT<sub>c-offset</sub>の温度差が大きくなり、一方、C軸は短くなることがわかった。これらは、結晶性または格子欠陥の生成等に関係した現象と考えられる。

G<sub>h</sub>を0.5時間とした結晶は、超伝導にはならず、温度を下げると電気抵抗が大きくなる半導体的な性質を示した。

表. G<sub>h</sub>、T<sub>c-onset</sub>、T<sub>c-offset</sub>、C軸、ρの各値

育成時間G <sub>h</sub>	T <sub>c-onset</sub> [K]	T <sub>c-offset</sub> [K]	C軸[Å]	ρ [Ωcm]
48	86.8	75.0	30.85	14.91×10 <sup>-3</sup>
5	86.6	57.5	30.65	13.92×10 <sup>-3</sup>
1.5	69.4	23.9	30.65	19.21×10 <sup>-2</sup>

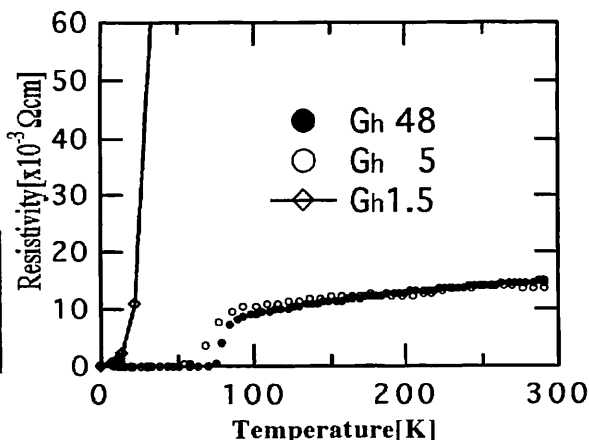


図. 電気抵抗率の温度依存性