

2 B - 1 1 題目 Bi系酸化物超伝導体の線材化に関する研究

池部研究室 関 修章

1. 序論

酸化物超伝導体の発見以後、その実用化に向けて、様々な手法による薄膜化、厚膜化が試みられている。本研究において、ドクターブレード法に似た塗布法により超伝導ペーストを用いて $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ 酸化物超伝導体厚膜を作製し、作製条件を検討した。

$\text{Bi}2212$ 相の結晶は、大きな異方性を持ち、 $a$   $b$ 面方向では高い臨界電流密度 $J_c$ を得ることが出来る。そのため、部分溶融法により厚膜の配向性を制御した。

2. 試料の作製

使用した $\text{Bi}2212$ ペーストは、同和鉱業製で、配向性のよい結晶を作製することが出来るA g基板の上に厚膜を作製した。

作製手順

超伝導ペーストをA g基板上に塗布し、室温で15分程度放置した後、ホットプレート上で $100^\circ\text{C}$ 前後で15分程度乾燥させた。乾燥した試料を部分溶融法で熱処理した。熱処理温度は、ペーストを示差熱分析(DTA)で調べたときに吸熱反応がみられた約 $860^\circ\text{C}$ 以上に設定し、熱処理を行った。sample 2、sample 3は、乾燥後、圧縮を行うことにより、高密度化をはかった。また、sample 3は、部分溶融後、 $\text{N}_2$ 処理を行い、sample 1 ~ 3の試料を作製した。Fig. 1に、作製手順を示す。

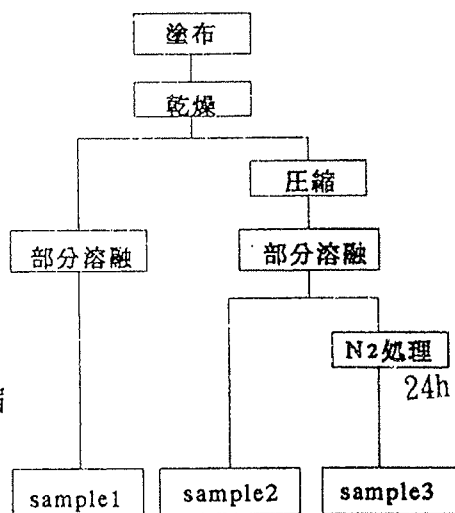


Fig. 1 Bi-2212相酸化物超伝導線材の作製手順

3. 試料の評価

(a) XRDによる解析

作製した超伝導厚膜の超伝導相の同定、及び結晶性を評価するためX線回折を行った。X線回折を行った試料は、sample 1と3である。sample 1のx線回折パターンをFig. 2に示す。ピークは全て $\text{Bi-2212}$ 相の(00n)面であり、C軸配向していることが分かる。また、作製した超伝導厚膜のC軸の格子定数 $C$ を、(0020)面のX線回折ピークより求めた結果、sample 1に比べ、sample 3の方が値が大きく、これは、 $\text{N}_2$ 処理を行ったことにより、試料の酸素量が減ったことで格子定数 $C$ が大きくなったと思われる。

(b) SQUIDによる磁化の温度依存性の測定と、直流4端子法による電気抵抗率 $\rho$ の温度依存性の測定

作製した超伝導厚膜の磁気的な超伝導性、及び $T_c$ を調べるためSQUIDを用いて評価した。測定した試料は、sample 1と3で、Fig. 3にsample 1の測定結果を示す。sample 1の $T_c$ は $85\text{K}$ 、sample 3の $T_c$ は $95\text{K}$ と $\text{N}_2$ 処理を行うことにより $T_c$ の値がわずかに増大していることが分かる。また、電気抵抗的な $T_c$ を調べるため、電気抵抗率の測定を行った。直流4端子法で行い、印加電圧は $100\text{m A}$ とした。

す。  
6  
め、  
11)  
な  
が

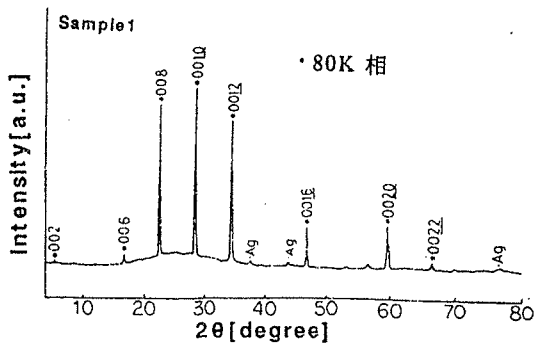


Fig. 2 Sample 1 の X線回折パターン

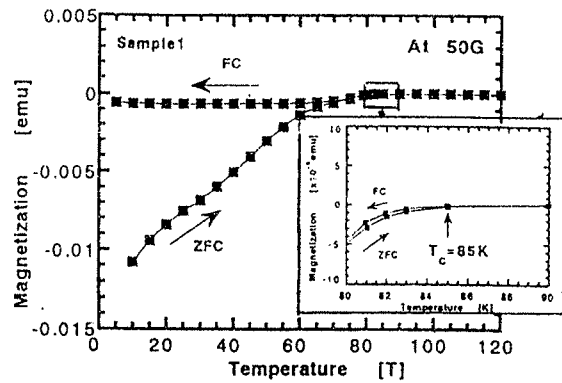


Fig. 3 Sample 1 の磁化の温度依存性

(c) 臨界電流密度  $J_c$  の測定

直流4端子法により、零磁場における臨界電流密度  $J_c$  の温度依存性と、 $J_c$  の磁場依存性を測定した。磁場は、4.2 K で零磁場から10 T までの磁場範囲で測定した。測定は東北大金研の超伝導マグネットを用い、 $I_c$  の定義は  $1 \mu V/cm$  とした。sample 1、2、3 の  $I_c$  の温度依存性を Fig. 4 に示す。4.2 K では、sample 2 の  $I_c$  値 (80 A 以上) が高くなっていることが分かる。 $N_2$  処理を行った試料は、確かに 77.3 K では、 $I_c$  の値は高いが、70 K ですでに逆転され、4.2 K では、低くなっている。sample 2 について、磁場を a b 面に垂直に印加した場合と、平行に印加した場合の  $I_c$  及び  $J_c$  値を比較してみると、a b 面に垂直に印加した場合、0.1 T という非常に弱い磁場で  $J_c$  が零になることが分かる。

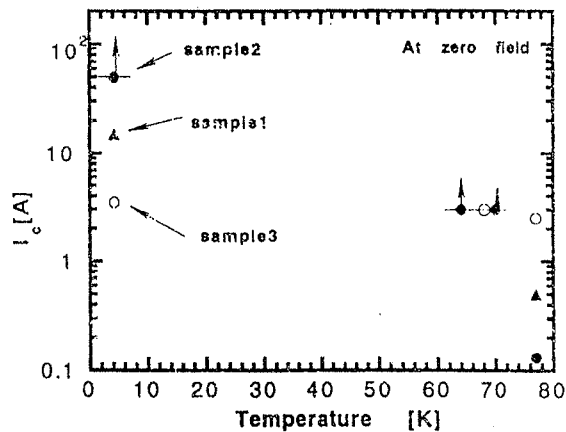


Fig. 4 Sample 1、2、3 の  $I_c$  の温度依存性

4. 結論

Ag 基板に超伝導ペーストを塗布し乾燥させた後、圧縮というプロセスを入れることにより、零磁場で 4.2 K で高い  $I_c$  値 (80 A 以上)、 $J_c$  値 ( $43000 (A/cm^2)$  以上) を得ることが出来ることがわかった。また、その試料は、4.2 K で磁場を a b 面に垂直に印加したとき 0.1 T という非常に弱い磁場で、 $J_c$  が零になることが分かった。

$N_2$  処理をすることで、 $T_c$  を向上することはできるが、 $J_c$  を向上させることはできなかった。