

Y-123 超電導体の磁束ピンニングとピーク効果 (II)

吉見 太佑, 右田 稔, 小田部 荘司, 松下 照男
(九工大・情報工)

はじめに 酸化物超電導体においても臨界電流密度がある温度領域で磁界に対してピークを持つということが報告されており、溶融法により作製された Y-123 バルク超電導体では中磁界でブロードなピークを持つことが知られている。現在 Y-123 超電導体のピーク効果の原因は酸素欠損によるものであると考えられているが、そのピンニングメカニズムについては、近接効果の下での運動エネルギー相互作用による反発的なピンニングであると考えられる¹⁾。今回は前回用いた製作条件が異なる 4 つの試料をさらに酸素処理し、酸素欠損量が異なる場合のピンニング特性とピーク効果を調べる。

測定 試料は溶融法 Y-123 超電導体であり、試料の製作条件はそれぞれ 211 相も白金も添加しないもの (試料 00)、211 相のみ 25 wt% 添加したもの (試料 01)、白金のみ添加したもの (試料 10)、および 211 相を 25 wt% と白金の両方を添加したもの (試料 11) である。これらの試料に関しては前回臨界電流密度 J_c を測定しており¹⁾、今回は 550 °C で 100 時間、1atm の酸素気流中で 4 つの試料の熱処理をおこなった後、再び J_c を測定した。サイズは 4 つとも $3.14 \times 2.09 \times 0.82 \text{ mm}^3$ 程度であり、 c 軸は試料の長手方向に配向している。臨界温度 T_c は 89 K~91 K 程度であり、熱処理前に比べて試料 00、01、11 は 2 K ほど低くなり、試料 10 は 1.3 K 高くなった。SQUID 磁力計を用いて c 軸方向の磁化を測定し、これより J_c を評価した。

結果及び検討 図 1, 2 に酸素処理をおこなう前の J_c と、今回得られた磁化のヒステリシスから評価した、50 K、77.3 K における J_c の磁界依存性の比較を示す。酸素処理により試料 00 の J_c は大幅に減少し、ピーク効果が起こる温度領域が 40 K~87 K から 20 K~60 K に移った。また試料 01 においては酸素処理前はピーク磁界が高く観測できていなかったが、今回 20 K~50 K の温度範囲においてピーク磁界が観測された。図 1, 2 から、酸素処理により高磁界領域において J_c の減少に伴い不可逆磁界が低下していることがわかる。これは 550 °C で熱処理したために酸素欠損の数が増え、マトリックスの超電導性が下がり、211 相粒子の凝縮エネルギーが小さくなったからだと考えられる。試料 11 においても試料 00、01 と同様な結果が観測された。 T_c が上がった試料 10 においては、低磁界においては他の 3 つの試料とは異なり処理前の J_c とあまり変わらなかったが、高磁界においては他の試料と同様な結果が観測された。また、211 相粒子のピンニングによる J_c が小さくなったために、酸素欠損による J_c のピーク効果が顕著に現れ、図 1, 2 に示されるような温度・磁界領域にピーク磁界が観測されたと考えられる。

謝辞 試料を提供し、酸素処理をして下さった新日本製鐵の森田充氏に感謝いたします。

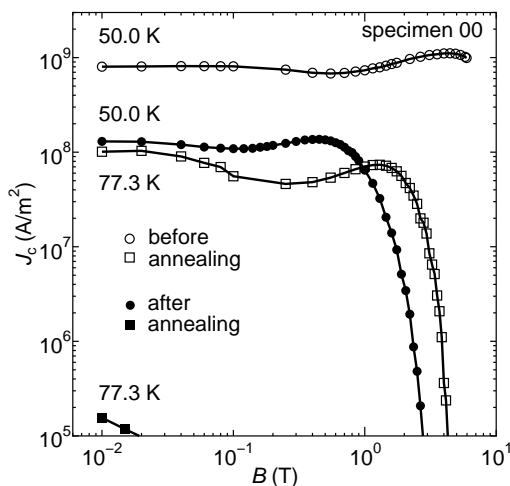


図 1 50 K、77.3 K における試料 00 の臨界電流密度の磁界依存性

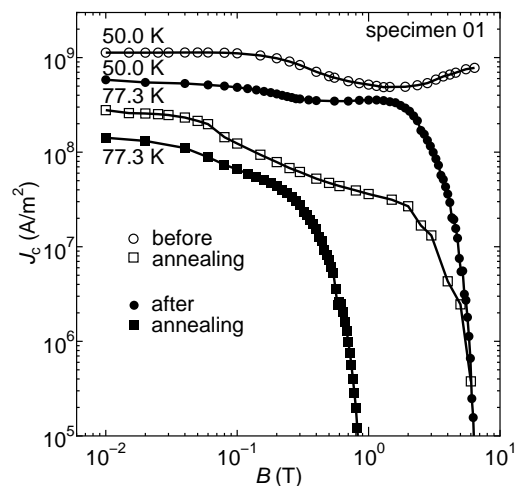


図 2 50 K、77.3 K における試料 01 の臨界電流密度の磁界依存性

参考文献

- 1) 吉見 太佑, 右田 稔, 小田部 荘司, 松下 照男, 第 53 回電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, p.38 (2000)