

所属専門分野	電子情報工学分野 (小田部研究室)		
学籍番号	04674072	氏名	河野 一平
論文題目	Bi-2223 単結晶超伝導体の凝縮エネルギー密度		

1. はじめに Bi-2223 超伝導体は機械的に配向しやすく製造コストが安価であり、臨界温度 T_c が高いことなどから広く線材として開発されている超伝導体であるが、臨界電流密度 J_c が十分な値にまで改善されていない。これはこれまでに本格的なピンの導入が行われていないからであり、強いピンを導入することでどの程度 J_c を改善させることができるのかについては明らかにされていない。ピン力と密接な関係にある凝縮エネルギー密度が得られれば、Bi-2223 超伝導体が実際に応用可能なポテンシャルを有しているかが明確になり、適した応用範囲なども明らかになると期待される。そこで本研究ではキャリアのドーピング状態を変えるために、酸素アニール条件を変えて作製した Bi-2223 単結晶試料にイオン照射を行い人工的にピンを導入して凝縮エネルギー密度を求めた。その結果を Y-123、Bi-2212 の結果と比較し、酸素アニール処理の及ぼす影響や、そのポテンシャルについて議論することを目的としている。

2. 実験 測定に用いた試料は KCl フラックス法で作製された酸素アニール処理の異なる Bi-2223 単結晶試料(試料 #1, #2, #3) であり、Bi サイトの約 15% を Pb で置換している。試料の諸元をまとめたものを表 1 に示す。測定は SQUID 磁力計を用いた直流磁化法を行い、広範囲の温度領域において臨界電流密度特性を評価した。

表 1 試料の諸元

試料	アニール条件	T_c (K)
#1	アニール処理なし	107.6
#2	350°C 24 時間 1 気圧 O ₂	106.8
#3	450°C 48 時間 500 気圧 O ₂	106.0

3. 結果及び検討 #1, #2, #3 の J_c - B の結果に対して磁束クリープ理論、要素的ピン力の加算理論を用いて解析を行った。求めた凝縮エネルギー密度の結果を図 1 に示す。 J_c が高かったこともあり、3 つの試料の中で #2 が最も良い結果となった。照射前に最も J_c が高かった #3 の照射後の J_c が最も低くなった原因は照射量が不十分であったことなどによると考えられるが、それでも高温側では #1 を逆転し #2 に迫った。このことから酸素アニール処理は高温側で大きな効果を発揮すると考えられる。Y-123 と比較すると、#2 の低温において Y-123 を超える値を示すという結果が得られた。これは低温領域において Bi-2223 が高いポテンシャルを持つことを示している。また、Bi-2212 との比較では温度の低下

とともに生じる凝縮エネルギー密度の低下が、Bi-2212 よりも緩やかになっていった。この違いは Bi-2223 の次元性が Bi-2212 よりも高いことを示している。

4. まとめ 今回実験を行った結果、#2 の凝縮エネルギー密度が低温で Y-123 を凌いだことから、Bi-2223 は低温でのポテンシャルが高く、低温での応用に適していることがわかった。また凝縮エネルギー密度の規格化温度依存性は、Bi-2212 と比べて緩やかとなっていた。これは Bi-2223 の次元性が Bi-2212 よりも高いことを示すものであり、より良いピンニングが期待できるため、高温側で Bi-2212 よりも応用に適していることが確かめられた。各試料間の凝縮エネルギー密度の温度依存性の比較から、酸素アニール処理によってドーピングが進み特性が向上することが確認できた。これは特に高温側において顕著に見られた。

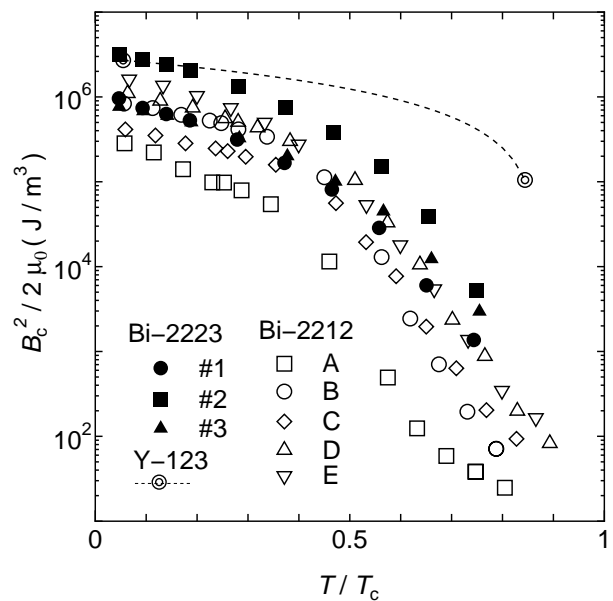


図 1 各試料の凝縮エネルギー密度

【研究業績】

- (1) 電気関係学会九州支部 (2005)
- (2) 応用物理学会 (2005 春, 2005 秋)
- (3) 低温工学超電導学会 (2005 春, 2005 秋)
- (4) International Symposium on Superconductivity (2005)
- (5) 低温工学九州・西日本支部 超伝導ワークショップ (2005)