

電流トランスを用いた熔融法 Y-123 超伝導体の交流損失測定

井澤 正幸 (94232003)/ 松下研究室

1. はじめに 酸化物超伝導体の中でも Bi 系超伝導体は、弱結合の影響が少なく、かつ線材化が容易なことからマグネットなどの線材として使用されているが、高温領域ではわずかな磁界の下でも臨界電流密度が低下するという欠点がある。一方、弱結合となる結晶界面を無くした熔融法による Y-123 超伝導体は高磁界下でも大電流を流すことが可能であるため、交流用電流リードをはじめ様々な応用が期待されている。しかし、電力応用に際しては交流損失が重要な問題となってくるので、交流電流通電時の損失を正しく評価する必要がある。そこで本研究では液体窒素温度 77.3 K において電流トランスを用いて試料に最大 200 A (実効値) の交流電流を流し、それによる交流損失を評価した。

2. 実験 試料は熔融法 (QMG 法) で作成された Y-123 バルク超伝導体であり、サイズは断面が $2.0 \times 3.0 \text{ mm}^2$ 、長さが 30 mm である。長軸は a - b 面内にあり、この方向に電流を流した。直流磁化率から評価した臨界温度 T_c は 90.6 K である。また温度 $T=77.3 \text{ K}$ で外部磁界を加えないときの臨界電流密度 J_c は $2.6 \times 10^8 \text{ A/m}^2$ である。電流トランスを用いて試料に周波数 400 Hz と 550 Hz で最大 200 A の交流電流を流し、6 mm の電圧端子間に生じる電圧を測定して交流損失を評価した。なお実験は液体窒素中で行った。また解析に用いる臨界電流密度を求めるために SQUID 磁力計を用いて直流磁化を測定した。

3. 結果及び検討 磁化法から求めた臨界電流密度の磁界依存性を図 1 に示す。ここで臨界電流密度の磁界依存性として Irie-Yamafuji モデル¹⁾を仮定する。このモデルによれば臨界電流密度の磁界依存性は $J_c(B) = \alpha B^{\gamma-1}$ と表され、実験結果に一致するように求めたパラメータは $\gamma=0.50$ 、 $\alpha=4.5 \times 10^7$ である。その結果を図 1 の実線に示す。また、図 2 に周波数 400 Hz と 550 Hz の場合の損失エネルギー密度から周波数をゼロまで外挿した履歴損失エネルギー密度と交流電流の振幅の関係を示す。実線は Irie-Yamafuji モデルによるヒステリシス損失の理論結果であり、実験結果よりも大きくなっていることが分かる。この原因の一つとして直流磁化測定により得られた臨界電流密度が磁束クリープの影響により小さくなっているためであることが考えられる。

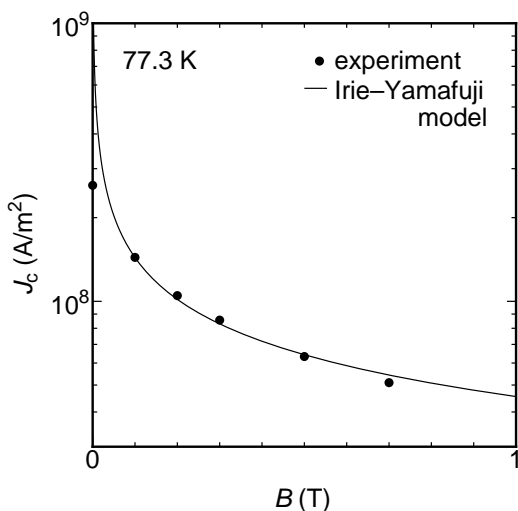


図 1. 臨界電流密度の磁界依存性。

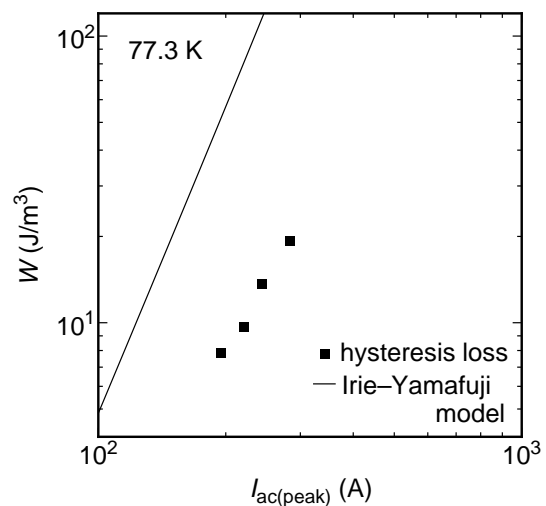


図 2. 履歴損失エネルギー密度の比較。

【参考文献】

- 1) F. Irie and K. Yamafuji: J. Phys. Soc. Jpn. **23** (1967) 255.