

超電導 Bi-2223 テープの E - J 特性に及ぼす フィラメントのソーセージング効果

上野由梨, 小田部荘司, 松下照男
(九工大・情報工)

木内勝
(九大・シス情)

はじめに Bi-2223 超電導テープにおける E - J 曲線の電界の立ち上がりは金属超電導体におけるものほどシャープでないことが知られている。Bi-2223 テープにおけるこの特徴は、特に高温・高磁界における低い n 値によって特性づけられている。この低い n 値は臨界電流密度の値が非常に広い範囲に分布することに起因する¹⁾。この広い分布の原因は本質的なピン力のランダムな分布や超電導粒間の弱結合だけでなく超電導フィラメントのソーセージングなどである²⁾。それゆえ、Bi-2223 テープの n 値を改善するため、それぞれの要素が n 値に及ぼす影響を量的に評価する必要がある。今回はソーセージング効果に着目し、超電導フィラメントの厚さの分布を測定し、その影響を調べた。

測定 試料はパウダー・イン・チューブ法により作製された Bi-2223 銀シース多芯線を用いた。試料の断面は $3 \text{ mm} \times 0.22 \text{ mm}$ で超電導体積率は約 24% であり、 c 軸は試料の広い面にほぼ垂直に配向している。臨界温度 T_c は 109.5 K で、77.3 K の自己磁界中での臨界電流 I_c は 45 A であった。テープの長さ方向に沿った断面の様子を光学顕微鏡で観察し、超電導フィラメントの厚さを長さに沿って $7.8 \mu\text{m}$ 毎に測定し、厚さの分布を得た。また四端子法を用いて c 軸に平行な磁界中での電流 - 電圧曲線を測定した。その際、電流通電時の発熱を抑えるために 1 s 幅のパルス電流を通電しており、電圧端子間の距離は 1 cm であった。臨界電流密度は $E = 1.0 \times 10^{-4} \text{ V/m}$ の電界基準によって決定した。

結果及び検討 図 1 は超電導フィラメントの厚さ d のヒストグラムを表す。このヒストグラムは平均値 $\langle d \rangle = 25.6 \mu\text{m}$ 及び標準偏差 $\sigma_d = 5.8 \mu\text{m}$ のガウス分布によって近似できる。クリープがないとした場合の有効な仮想臨界電流密度 \hat{J}_{c0} を定義し、磁界・温度依存性を除いた、大きさを表すパラメーター \hat{A} の簡単な分布を仮定し、 E - J 曲線の測定値とモデルによる理論値が一致するようにしてその分布を求めた。一般に有効な大きさ \hat{A} は真の大きさ A と厚さ d の両方に比例するので、 $(d/\langle d \rangle)A$ に対応すると考えられる。ここで A に \hat{A} と同様な分布関数形を仮定し、 \hat{A} と $(d/\langle d \rangle)A$ の分布が一致するように A の分布を求めた。図 2 は真の大きさ A の分布と見かけの大きさ \hat{A} の分布の比較である。このように、真の大きさの分布はソーセージングによる影響を受けたものより多少シャープである。つまり、ソーセージングは E - J 曲線に多少影響を与え、フィラメントのソーセージングをなくすことにより E - J 特性を若干改善できることが分かった。詳細については当日発表する。

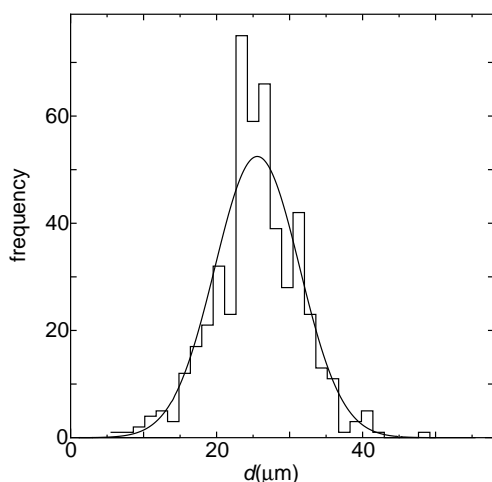


図 1 超電導フィラメントの厚さの分布。

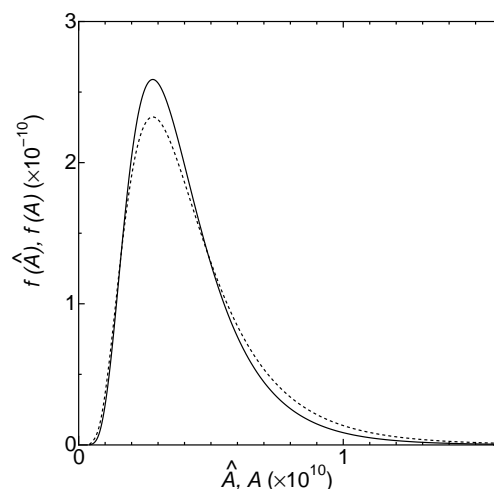


図 2 A (実線) と \hat{A} (破線) の分布。

参考文献:

- 1) T. Matsushita, N. Ihara, and T. Tohdoh: *Adv. Cryog. Eng. (Mater)*. **42**: 1011 (1996)
- 2) W. Warnes and D. C. Larbalestier: *Cryogenics* **26**: 643 (1986)