

特集：超電導線材技術の展望

「Y系線材の磁界中高 I_c 技術の進展」

財団法人国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所線材研究開発部
部長補佐 吉積正晃

Y系線材の応用は、モーター、変圧器、SMES、NMRなど、多くの磁界中応用が考えられており、実用上の観点から、磁界中での高 I_c 化が強く求められている。磁界中での高 I_c 化の手法としては、重イオン照射などによる欠陥や、BZOなどの非超電導相を人工ピン止め点として超電導相中に導入する事による磁界中 J_c 特性の向上が有効である。本稿では、これら人工ピン止め点導入法における最近のプロセス開発の進展の状況を概説する。

長尺線材の開発において世界の先頭を走っている米国 SuperPower 社は、MOCVD 法による YGdBCO 線材の開発を行っているが、これに BZO をナノロッドとして導入する事により磁界中特性の改善を試み、短尺特性では $I_c^{\min}=186 \text{ A/cm}@77 \text{ K}, 1 \text{ T}$ を得ると共に、50 m 長の長尺線材においてその前後端で I_c^{\min} が 50 A/cm 以上@77 K, 1 T を得ている。

PLD 法においては、米国 LANL により、様々な材料およびそれらの組み合わせが試され、BZO ナノロッド導入層、 Y_2O_3 ナノドット導入層のコンビネーションにより J_c^{\max}/J_c^{\min} の比が最小となる条件を見いだしたが、 J_c^{\min} の絶対値としては BZO ナノロッド導入のみの膜が最高値を示し、 I_c^{\min} の昨年 8 月時点の最高値は $234 \text{ A/cm}@75 \text{ K}, 1 \text{ T}$ との事であった。この時、自己磁界での I_c は 75 K ではあるが 1006 A/cm を示し、自己磁界でも非常に高い特性を示した。日本のフジクラ社においても、長尺線材の高特性化が行われ、90 m 長の長尺 GdBCO 線材が 77 K, 3 T で 40 A を超える特性が得られている。

MOD 法による線材作製では、ISTEC による BZO ナノドット導入法が最も高い I_c 特性を示しており、これまでに 77 K, 1 T で $I_c^{\min}=115 \text{ A/cm}$ ($760 \text{ A/cm}@sf$) を得ている。米国 AMSC 社においては、RE 混晶系である YDyBCO を用いて 78 A@75 K, 1 T の特性を得ており、現在更なる特性向上を目指して BZO ナノ粒子導入を検討中である。

上記の人工ピン導入法に加えて、ユニークな試みとして紹介しておきたいのが、米国 ORNL により行われている、基板の改良である。これは、二層分離する MOD 材料を塗布・焼成する事により基板の表面改質を行い、ナノロッドに代表されるピン止め点の位置と分布を制御しようというものである。

磁界中 I_c 特性は、特性の測定磁界が研究機関によって異なるため、単純な比較が難しいが、ピンのサイズや密度によって効果的な磁界や温度が異なる事が分かってきており、今後はそれぞれの研究機関により、目指す応用環境に対して評価を行うようになっていくと考えられるため、更に比較検討が難しい状況になると考えられる。最適な人工ピン導入法も異なる可能性があるため、様々な機会に内外の情報収集を行い、開発状況を参考にしながら、効率的な研究開発を進めていく事が重要であると思われる。

[超電導 Web21 トップページ](#)