

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

## 読者の広場

### Q&A

**Q** : 「高温超電導線には各種あるようですがその区別、特徴などの差異がよくわからないので教えて下さい。」

**A** : 超電導線材は、超電導体の完全導電性を利用しているため、従来の金属導線のようにジュール熱の発生による電力の損失が起こらない。そのため、大電流の無損失輸送や電力の貯蔵等が可能となる。また、断面積が小さくても大電流を流す事ができるため、既存の設備を用いて大量に電力を輸送する事が出来る。現在、金属・合金系超電導体である NbTi や Nb<sub>3</sub>Sn 等で作製したコイルを用いて強磁場発生マグネット等が実用化されている。高温超電導体としては、Bi 系 (Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub>) 超電導線材が市販されている。Bi 系高温超電導線材は、これまでの多くの実績で培われた金属系超電導線材同様に、超電導材料をパイプなどに充填し、引き抜き、伸線加工などをして所用太さ仕上げ、多芯化することも可能になってくる。Bi 系超電導体は、臨界温度  $T_c$  が 110 K と高いが、77.3 K においては強磁場下での超電導特性の劣化が大きいため、高磁場発生用マグネットに応用した場合の動作温度は 30 K 程度となってしまう。これらの金属・合金系及び Bi 系超電導体を用いた超電導線材の場合、問題点として、超電導線自身と冷媒として使用する液体ヘリウムのコスト高が挙げられる。Y 系 (YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub>) 超電導材料は  $T_c$  が 90 K 程度と液体窒素温度以上であり、強磁場下においても従来の金属・合金系超電導体よりも高い超電導特性を示す事から、超電導線材の大幅なコスト削減が可能になると考えられる。Y 系超電導材料を用いて超電導線材を作製する場合、結晶構造に依る超電導特性の異方性を考慮する必要がある。臨界電流密度  $J_c$  は、c 軸方向よりも a; b 面内方向の方が大きいため、基板表面に対して平行に Y 系超電導材料の a; b 面を揃える必要がある。また、結晶軸がずれて接合している傾角粒界でも  $J_c$  の損失が起こり、全体としての  $J_c$  を下げてしまう事が報告されている。このため、高い  $J_c$  を持つ Y 系超電導線材を作製するためには、長尺基板表面に対して垂直に Y 系超電導材料の c 軸を揃え、なおかつ基板表面に平行な面内においても結晶軸方位を揃える必要がある。図に Y 系テープ状超電導線材の模式図を示す。下地となる金属テープ材料としては、Ni-Cr 合金、Ni や Ag 等が考えられている。金属テープと Y 系超電導材料の間に設けられた緩衝層は、金属テープと Y 系の格子定数緩和や、金属元素の Y 系超電導材料への拡散を防止する役割を持っており、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 安定化 ZrO<sub>2</sub> (YSZ)、CeO<sub>2</sub> や Zr<sub>2</sub>Gd<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 等が用いられる。これらの基材上に Y 系超電導材料を有機金属化学蒸着法 (MOCVD) やパルスレーザー蒸着法 (PLD) などの薄膜作製方法でエピタキシャル成長させることで、結晶軸方位の揃った Y 系超電導材料が得られる。そのためには、基材材料自信の結晶軸方位を揃える必要がある。その方法としては、(1) 金属テープの結晶軸を揃える方法と、(2) 多結晶の金属テープ上に結晶軸方位を揃えた緩衝層を形成する方法の二種類が挙げられる。(1) としては、圧延・熱処理によって金属テープの結晶軸方位を揃える RABiTS (Rolling Assisted Bi-axially Textured Substrate) 法、(2) としては、成膜中の緩衝層にイオンビームを照射する事によって緩衝層を配向させる IBAD (Ion Beam Assisted Deposition) 法等が用いられる。現在では、IBAD 法で作製した基材上に Y123 を成膜した長尺高  $J_c$ -Y123 超電導線材が開発されており、実用化に向けて大きく前進している。

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

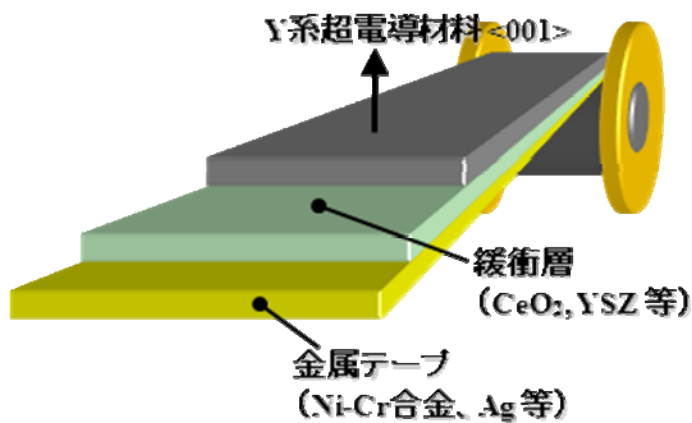


図 Y系超電導線材  
YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> coated conductor

回答者：名古屋大学大学院 工学研究科 教授 吉田 隆 様

[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web21 についてのご意見・ご感想、「読者の広場」その他で取り上げて欲しい事項、その他のお問い合わせは、超電導 Web21 編集局メール [web21@istec.or.jp](mailto:web21@istec.or.jp) までお願いします。」