

導電性中間層開発における超電導層および中間層の微細組織解析

Microstructure analyses of superconducting and buffer layers

in developing conductive buffer layers

電中研¹, 京大院エネ科² ○一瀬 中¹, 山口 滉太², 堀井 滋², 土井 俊哉²

CRIEPI¹, Kyoto Univ.², ○Ataru Ichinose¹, Kohta Yamaguchi², Shigeru Horii², Toshiya Doi²

E-mail: ai@criepi.denken.or.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (RE:希土類元素)のテープ線の材料コスト分析によると、超電導層と厚い電気的安定化層の層間の銀、および、合金の金属テープ基材が、材料コストが高いことが分かっている。そこで、低コスト線材の開発に向けて、Ni 合金系の金属テープを二軸配向銅テープに変え、銀を介して作製していた銅の電気的安定化層の機能を銅テープに持たせるために中間層を導電性材料に変えた線材構成の提案を行った。今までに、Nb を添加した SrTiO₃ (Nb-STO) 導電性中間層を用いて、77K、自己磁場で 2.6 MA/cm²の臨界電流密度を有する超電導層の作製に成功し、導電性中間層を用いた低コスト線材の可能性を示した^[1,2]。一方、超電導層作製時に Nb-STO の導電性中間層の抵抗率が変化するという課題があり、その解決のために様々取組を行っている。その一つとして、Nb-STO 以外の中間層の開発を行い、Nb 添加の TiO₂ (Nb-TiO₂) が導電性中間層の候補の一つであることを見出している。また、中間層材料を変えた実験を通して、同じ様な条件で作製したにも関わらず、結晶配向等の特性が異なる場合があることが分かった。今回、微細組織観察、元素分析等からその要因を調べた。

2. 実験方法

97%Ar + 3%H₂雰囲気中のアニール条件が異なる 2 種の金属テープを用いた。導電性中間層は Nd:YAG レーザ (第 4 高調波, λ = 266 nm) を光源とするパルスレーザー蒸着法 (PLD 法) を用い、Nb-STO では基板温度は 750°C、雰囲気は 97%Ar + 3%H₂、Nb-TiO₂ では基板温度は 460°C、雰囲気は 99%Ar + 1%O₂、圧力は両方とも 3~6×10⁻³ Pa で作製した。YBCO 層は KrF エキシマレーザーによる PLD 法で、基板温度は 750°C、35 Pa の酸素雰囲気で作製した。

結晶配向性は X 線による極点図測定、表面状態は SEM 観察 (一部、断面観察にも使用)、界面組織は TEM 観察により評価した。

3. 実験結果および考察

図 1 に中間層、超電導層の作製条件は同じで、

金属テープの熱処理条件が異なる試料の断面 SEM 像を示す。図 1(a)では、YBCO 層に凹凸があり、結晶の向きの乱れ、大きな窪みが見られる。一方、図 1(b)では、YBCO 層は平坦である。TEM による微細組織解析結果を含めて、この様な結晶成長の差の要因を検討した結果を報告する。

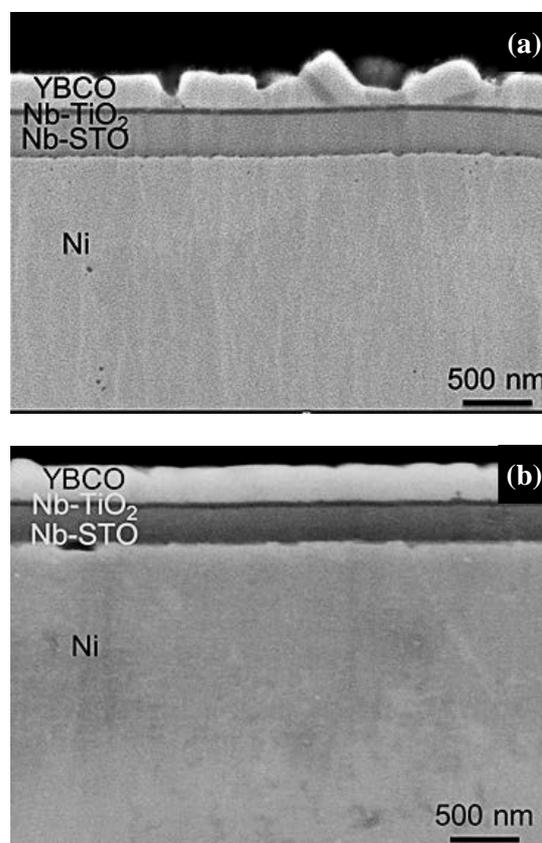


Fig. 1. Cross-sectional SEM images.

Different metal annealing conditions, (a) high temperature annealing of 900 °C and a short period and (b) low temperature annealing of 700 °C and a long period.

4. 参考文献

- [1] Ichinose *et. al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **56** (2017) 103101.
- [2] Doi *et. al.*, *Materials Trans.* **58** (2017) 1493.

5. 謝辞

本研究は、JST-ALCA, JPMJAL1109 の支援を受けたものである。