

La 添加 SrTiO₃ 導電性バッファ層を用いた YBCO 線材の微細組織解析

Microstructure analyses of YBCO coated conductors using conductive La-doped SrTiO₃ buffer layer

電中研¹, 京都大学² ○一瀬 中¹, 太田 圭祐², 濱田 剛², 井上 靖也², 土井 俊哉²

CRIEPI¹, Kyoto Univ.²

°Ataru Ichinose¹, Keisuke Ota², Tsuyoshi Hamada², Seiya Inoue², Toshiya Doi²

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

【はじめに】RE 系テープ線材 (REBCO Coated Conductors (CCs), RE:Y, Gd, Eu 等の希土類元素) は第一世代と言われる Bi2223 高温超電導テープ線材に比べて大量の銀を使用しないことから低コスト化が期待できるとして、また、液体窒素温度近傍において磁場中の臨界電流特性の低下が少ないことから、超電導機器への適用が検討され研究開発が進められて来た。その結果、多くの線材メーカーより REBCO CCs は市販されるようになったが、線材コストは十分には下がっていないのが現状である。そこで、コストミニマムを決める材料コストを低減するために、現在、使用されている数 μm の銀を不要とする新しい線材構成を提案した^[1,2]。これは超電導層直上の銀と銅の電気的安定化層を無くし、その機能を金属テープに持たせるもので、導電性中間層および高い導電性を有する金属テープが必要となる。良導電性を有する金属テープとして、既に配向銅とステンレスを貼り合わせたテープが開発されていることにより、導電性中間層の開発が急がれている。導電性中間層は、2 軸配向の超電導層の結晶成長を助ける役割と超電導層側からの酸素の拡散、金属テープ側からの金属元素の拡散を防止する役割を有する必要がある。今回、導電性中間層として La をドープした SrTiO₃ (La-STO) を用いて YBCO CCs を作製し、微細組織解析より La-STO 層の酸素および金属元素の拡散を調べた。

【実験方法】La-STO 層および YBCO 層は PLD 法を用いて Ni / Cu / SUS テープ上に作製した。さらに、FIB を用いて TEM 観察用試料を作製し、JEOL 製透過電子顕微鏡 (JEM-2100F) を用いて微細組織観察を行った。また、EDX による元素マッピングを行い、酸素および金属テープの元素の拡散を調べた。

【結果および考察】X 線回折の極点図より La-STO 層、YBCO 層とも 2 軸配向していることが確認されたが、局所的な結晶配向を反映する電子線回折においても 2 軸配向しており、YBCO 層の結晶成長に関して La-STO 層は十分に機能することが分かった。また、酸素および金属元素の拡散については、図 1 に示した EDX による元素マッピングの結果から酸素は La-STO 層を拡散し、Ni 表面の一部を酸化していることが分かった。一方、金属テープの Ni, Cu は La-STO 層を拡散していないことが分かった。今回、La-STO 層は酸素の拡散を完全に止めることができなかったが、以前、用いた Nb 添加した SrTiO₃ 導電性中間層において、厚さ、添加量の最適化の結果、酸素の拡散を抑制できたため^[3]、La-STO 層も条件の最適化で酸素の拡散をほぼ抑制できると考えられる。

【参考文献】[1] A. Ichinose, *et al.*, JJAP **56** (2017) 103101. [2] T. Doi *et al.*, Master. Trans. **58** (2017) 1493.

[3] T. Doi *et al.*, APEX **12** (2019) 023010.

【謝辞】本研究の一部は JST-ALCA、JPMJAL1109 の支援を受けて実施した。

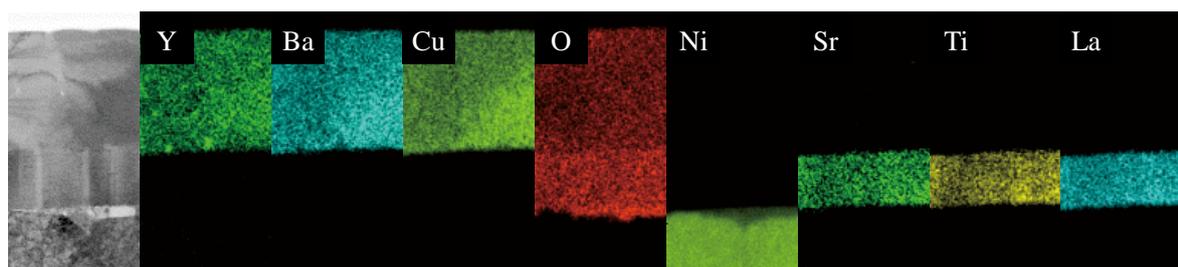


Fig. 1. STEM image and EDX mappings of each element of Y, Ba, Cu, O, Ni, Sr, Ti, and La of YBCO CCs using La-STO.