高 I_C 化に向けた Coated Conductors の微細組織

Microstructure of Coated Conductors for high-I_C

電中研 [1]，高エネ研 [2]，物材研 [2]，東海大工 [2]　○一瀬 中 [1]，土屋 清澄 [2]，菊池 章弘 [3]，小黒 英俊 [4]

CRIEPI[1], KEK[2], NIMS[3], Tokai Univ.[2],

°Ataru Ichinose[1], Kiyosumi Tsuchiya[2], Akihiro Kikuchi[2], Hidetoshi Oguro[2]

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

最近、$REBa_2Cu_3O_y$ Coated Conductors (RE:Y, Gd, Eu 等)は線材会社から市販されるようになり、ケーブルや MRI、風力発電機へのプロジェクトへの線材提供が進められている。超電導機器を制作・設計する際には、臨界電流密度 J_C より、線材の全断面積当たりの臨界電流密度の J_e がより重要となり、線材形状が扁平なテープ線材においては最終的に線幅あたりの臨界電流 I_C が最も重要なパラメータとなる。各社とも I_C の高い線材の提供を試みているが、高 I_C 化のアプローチとして、臨界電流密度を高くする方法と膜厚を厚くする方法の２つがある。この両方が達成されれば高 I_C 線材を得られることは間違いないが、工業的には膜厚を制御することで高 I_C 化が実現できれば、要求仕様に合わせた線材の提供が可能になる。今回、比較的、高 I_C 化が実現している、77K、自己磁場中の 4mm 幅当たりの I_C が 200A を越える 3 社（Fujikura (I_C=225.5A)、SuNAM (I_C=217A)、Sumitomo (I_C=200A)）の線材 (1) に関して、透過型電子顕微鏡で内部組織を観察した結果を報告する。観察した 3 社の線材は、磁場中の臨界電流特性を向上させるための人工ピン（Artificial Pinning Centers, APCs）を導入していない線材である。現状の Coated Conductors の厚膜化は、作製方法にかかわらず、一度に厚い超電導層を作製することが難しいことと、製造速度を早くしたいことから、超電導層の製造空間にテープ線材を何並列かに通し、何回かに分けて超電導層を作製して厚膜化する方法が取られている。図 1 に 3 社の線材の超電導層部分の断面組織の走査透過電子顕微鏡（STEM）像を示す。SuNAM および Sumitomo の線材では多層構造が明瞭に観察され、超電導層が数回に分けて作製されたことが良くわかる。一方、Fujikura の場合には多層構造はあまり明瞭に観察されていない。さらに、STEM 像から SuNAM、Sumitomo は表面と基板側の膜厚方向で組織が変化していることがわかる。当日は、元素分析、臨界電流測定の結果を合わせて報告する。

謝辞：線材を提供していただいた各社に感謝いたします。

1. K. Tsuchiya, *et al*., “Critical Current Characterization of Commercial REBCO Coated Conductors at 4.2 and 77 K”. IEEE Trans. Appl. Supercond. 27, 6600205 (2017)

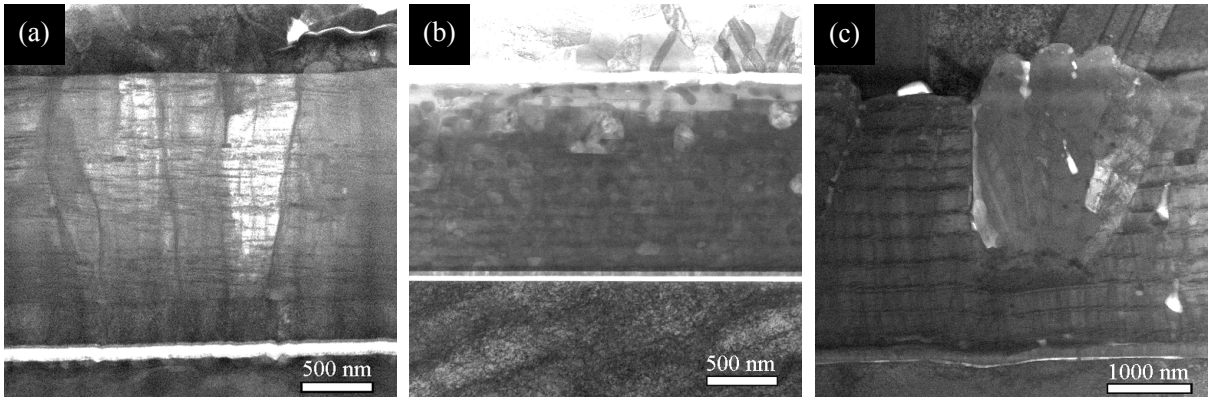

Fig. 1 Cross-sectional STEM Images of Fujikura (a), SuNAM (b), and Sumitom (c), respectively.