

FIB-SEM デュアルビーム装置を用いた GdBa₂Cu₃O_{6+x} 超伝導層の三次元構築

ファインセラミックスセンター 加藤丈晴 吉田竜視 平山 司
産業技術総合研究所 和泉輝郎 産業用超電導線材・機器技術研究組合(元) 塩原 融

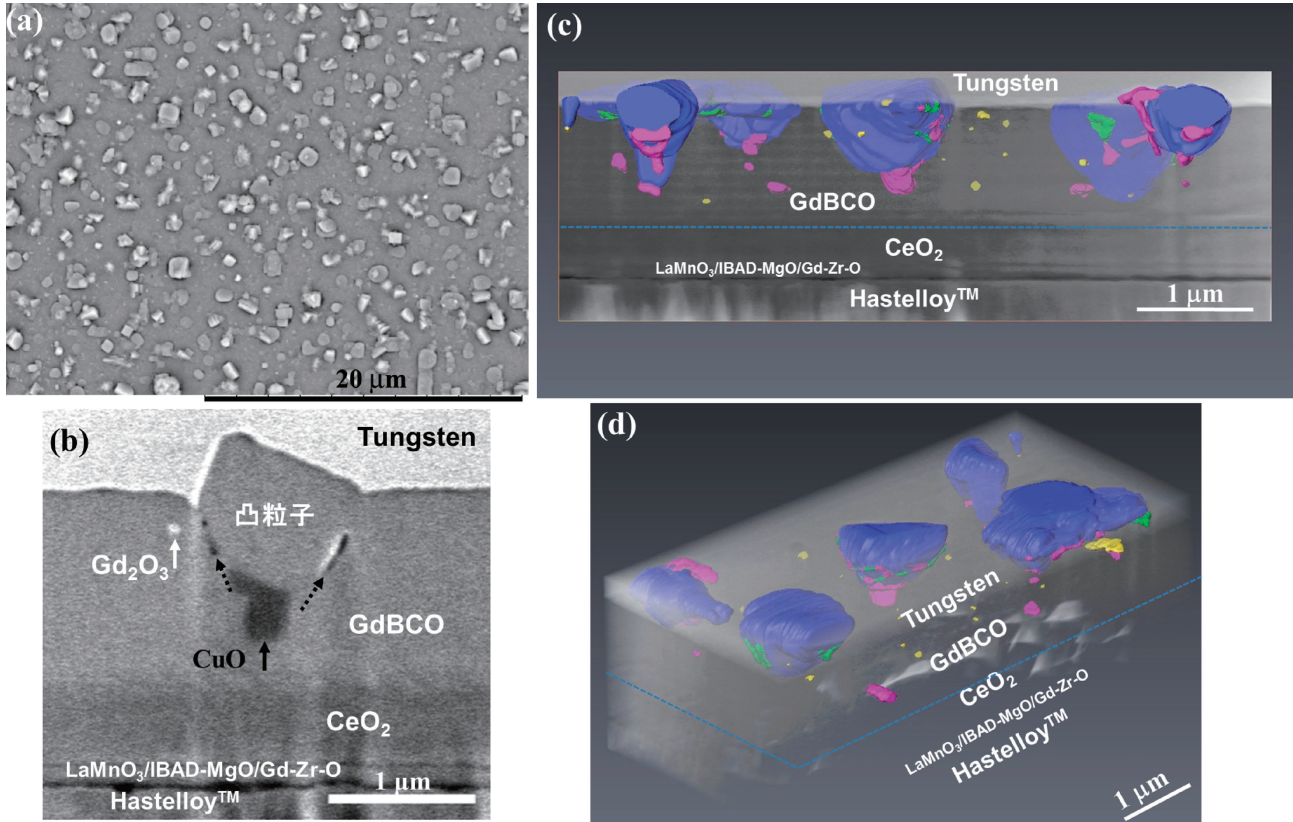


Fig. 1 (a)GdBCO層表面のSEM像。(b)GdBCO層の断面SEM像。(c)断面方向、(d)斜め方向から観察した場合の三次元構築結果。■：凸粒子，■：異相(CuO)，■：異相(Gd₂O₃)，■：空隙。波線はGdBCO/CeO₂界面を示す。

パルスレーザー蒸着(PLD)法により REBa₂Cu₃O_{6+x} (REBCO, RE; Y, Gd 等)超伝導層を成膜すると、Fig. 1(a)のSEM像で示すように超伝導層表面に凸粒子が形成される。これら凸粒子はGdBCO結晶であるが、母層であるc軸配向結晶と方位が異なるため、超伝導電流を阻害する。Fig. 1(b)に凸粒子を含むGdBCO層の断面SEM像を示す。明るいコントラストはGd₂O₃(白矢印)、暗い領域はCuO(黒矢印)であり、凸粒子と母層結晶との境界に空隙(波線矢印)も確認できる。これら凸粒子および異相の分布を調べるため、FIB-SEMデュアルビーム装置を用いて、FIBによる断面加工とSEMによる断面撮影を連続して行い、連続SEM像によるGdBCO超伝導層の三次元構築を行った⁽¹⁾。Fig. 1(c)に断面方向から、Fig. 1(d)に斜めから観察した際のGdBCO層の三次元構造を示す。凸粒子は青色、異相であるCuOは赤色、Gd₂O₃

は黄色、空隙は緑色で示す。三次元構築結果から、凸粒子はGdBCO層内部に形成された比較的大きなCuO粒子を起点に発生し、GdBCO層の膜厚増加とともに、粒径が大きくなっている。従って、PLD法により高い臨界電流を有する厚膜REBCO層を成膜するためには、CuO粒子形成を抑制することにより凸粒子の発生を抑える必要がある。以上のような解析から、PLD法において高性能を有する超伝導層成膜の一つのプロセス指針を示すことができた。

本研究はNEDOの委託により実施した。

文 献

- (1) T. Kato, R. Yoshida, N. Chikumoto, S. Lee, K. Tanabe, T. Izumi, T. Hirayama and Y. Shiohara: Physica C, **471** (2011), 1012-1016.

(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.592]

Three Dimensional Reconstruction of GdBa₂Cu₃O_{6+x} Coated Conductor Using FIB-SEM System; Takeharu Kato*, Ryuji Yoshida*, Tsukasa Hirayama*, Teruo Izumi** and Yuh Shiohara*** (*Nanostructure Research Laboratory, Japan Fine Ceramics Center, Nagoya. **National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba. ***Industrial Superconductivity Technology Research Association, Kawasaki (former))

Keywords: FIB-SEM (focused ion beam-scanning electron microscope), three dimensional analysis, superconductor

FIB-SEM utilized: Hitachi NB5000, (Ga ion beam at 40 kV, SEM at 5 kV)