

セラミックスの粒界偏析のSTEM直接観察

東京大学大学院工学系研究科総合研究機構, JST さきがけ 柴田直哉
東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 東 慎也 Scott D. Findlay 溝口照康 山本剛久
東京大学大学院工学系研究科総合研究機構, JFCC ナノ構造研究所, 東北大学 WPI 幾原雄一

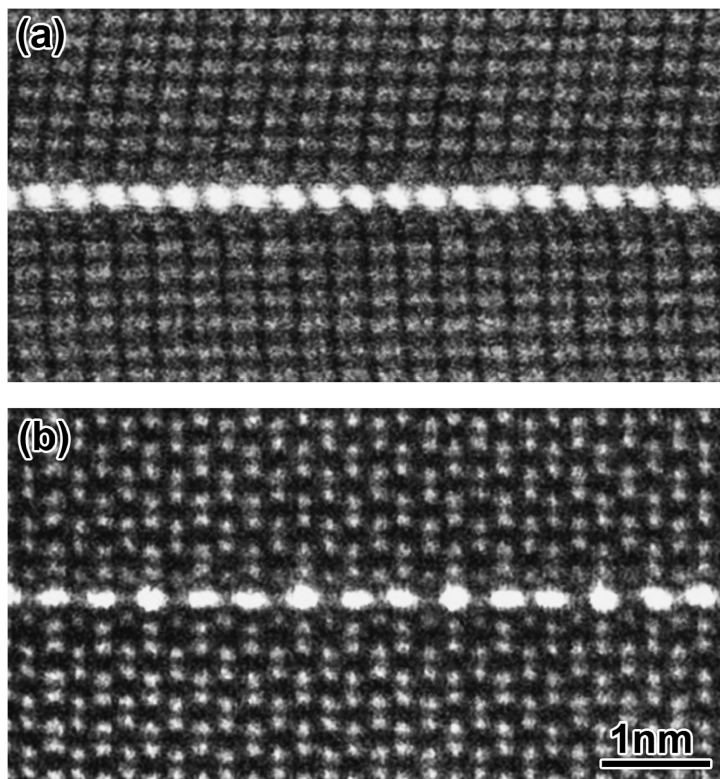


Fig. 1 Y添加アルミナ $\Sigma 13, \{10\bar{1}4\}$ 粒界を, (a) $\langle 1\bar{2}10 \rangle$ および(b) $\langle 2\bar{0}21 \rangle$ 方向から観察した HAADF STEM 像.

セラミックスの粒界偏析構造を系統的に研究するためには, 双結晶を用いたモデル粒界研究が極めて有効である. 本研究では, $\Sigma 13$ の相対方位関係および粒界面 $\{10\bar{1}4\}$ を有するアルミナ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)粒界をモデル粒界とし, その粒界にイットリウム(Y)を添加した双結晶を作製した. 粒界偏析構造観察には, 球面収差補正機を搭載した走査型透過電子顕微鏡(STEM)を用いた. Fig. 1(a)に $\langle 1\bar{2}10 \rangle$ 方向から観察したY添加 $\Sigma 13$ 粒界の高角度環状暗視野(HAADF)STEM像を示す. 粒内の明るいコントラストはAl原子カラムの位置に直接対応している. 像中央部の粒界コアにおいては, 一原子列をなす非常に明るいコントラストが観察されている. これは粒界に偏析したY原子の配列に直接対応しており, Y原子が粒界直上においてのみ安定に存在することを示唆している. Fig. 1(b)は同

一の粒界を $\langle 1\bar{2}10 \rangle$ 方向と垂直な $\langle 2\bar{0}21 \rangle$ 方向から観察した HAADF STEM 像を示す. (a)と同様に, Y原子は粒界コアにおいて一原子面内に存在しており, 原子レベルで周期的な偏析構造をとることがわかった. また, $\langle 1\bar{2}10 \rangle$ 方向と $\langle 2\bar{0}21 \rangle$ 方向の2方向からの観察結果を組み合わせることにより, Y原子は粒界面内において2次元的に規則配列していると考えられる⁽¹⁾.

文 献

- (1) N. Shibata, S.D. Findlay, S. Azuma, T. Mizoguchi, T. Yamamoto and Y. Ikuhara: Nature Materials, 8(2009), 654-658.

(2009年7月17日受理)

Direct Imaging of Dopant Segregation in a Ceramic Grain Boundary; Naoya Shibata*, Shinya Azuma**, Scott D. Findlay**, Teruyasu Mizoguchi**, Takahisa Yamamoto** and Yuichi Ikuhara*** (*Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo. JST-PRESTO. ** Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo. *** Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo./JFCC Nanostructures Research Laboratory/WPI-AIMR, Tohoku University, Sendai)

Keywords: alumina, grain boundary, segregation, scanning transmission electron microscopy

TEM specimen preparation: ion milling

TEM utilized: JEOL JEM-2100F (200 kV) + Cs Corrector (CEOS)