19a-A14-1

ABF 位相法による結晶構造の定量解析

Quantitative Analysis of Crystal Structure by ABF Phase Imaging

名大院工 [1]，名大エコトピア科学研 [2]，JFCC [3]，ナノ材料科学環境拠点 [4]

○石田 高史 [1,4]，川﨑 忠寛 [2,3,4]，丹司 敬義 [2,4]

Nagoya Univ. [1], Nagoya Univ. Ecotopia Sci. Inst. [2], JFCC [3], GREEN [4]

○Takafumi Ishida [1,4], Tadahiro Kawasaki [2,3], Takayoshi Tanji [2,4]

E-mail: takafu_i@nuee.nagoya-u.ac.jp

環状明視野（ABF）位相法は走査透過電子顕微鏡（STEM）の ABF 領域を分割して散乱方位角が異なる複数枚の像から画像処理を施すことにより電子波の位相を回復する手法である[1]．通常の電子顕微鏡像で結晶構造の定量的評価を行うにはイメージシミュレーションと合わせた解析が必要となるが，試料下面の電子波が再生できれば直接解析が可能となる．本研究では，ABF 位相法を用いた結晶構造の定量解析についての評価を行った．

本手法が試料構造をどれだけ反映したコントラストを示しうるのかを試料厚さが異なる酸化チタン（ルチル）結晶を用いてマルチスライス・イメージ・シミュレーション[2]により検証した．エネルギが 200 keV の入射電子プローブをホローコーン状にし，検出器もそれに合わせて環状にしており，それぞれの照射角と検出角は共に 16.9～22mrad とした．また検出器は散乱方位角を 24 分割しているため，各検出器信号から 24 枚の STEM 像を得た．図 1 が，24 枚の像から画像処理により再生された位相像（計算像）であり，図中の赤・青点がそれぞれチタンと酸素原子カラムである．各像は原子カラムの配置を正しく反映している．また，試料厚さの増加に伴って，各原子カラムの位相差が増加している．それぞれの原子カラムの厚さに対する位相差の変化を図 2 に示す． 5 nm 以下ならば線形性があり，結晶構造の定量評価が可能であることがわかる．本発表では，シミュレーション結果の詳細と実際の結晶試料に適用した実験結果について報告する．

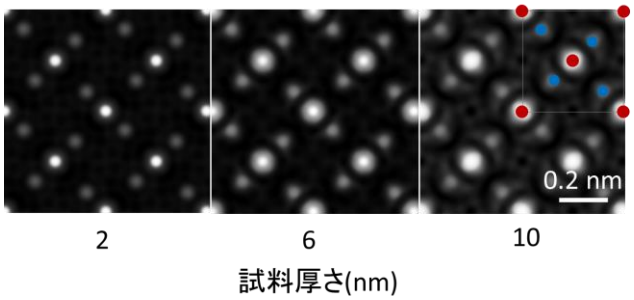

図 1 酸化チタンの厚さの異なる再生位相像

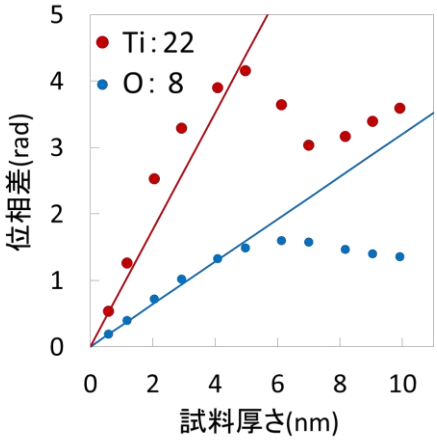

図 2 試料厚さに対する位相差の変化

参考文献：

[1] 石田高史，川﨑忠寛，児玉哲司，小粥啓子，生田孝，丹司敬義，“STEM による環状アレイ検出器を用いた位相再生”，第 61 回応物学会学術講演会，18a-F5-5 (2014).

[2] E. J. Kirkland, *Advanced Computing in Electron Microscopy* (2nd Ed.) , Springer, (2010).

© 2014 年　応用物理学会