19a-A14-2

円環状絞りによる STEM 焦点深度拡大の検証実験

Experiments on Focal Depth Expansion of Scanning Transmission Electron Microscope using Annular Apertures

名大エコ研 [1]，JFCC[2]，名大院工 [3]，近大理工 [4]，名城大理工 [5]，大阪電通大工 [6]

○川﨑 忠寛 [1,2,3]，石田 高史 [3]，松谷 貴臣 [4]，児玉 哲司 [5]，生田 孝 [6]，丹司 敬義 [1]

Ecotopia Sci. Inst., Nagoya Univ.[1], Japan Fine Ceramics Center[2], Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ.[3]

Kinki Univ.[4], Meijo Univ.[5], Osaka Electro-Comm. Univ.[6]

°Tadahiro Kawasaki[1,2,3], Takafumi Ishida[3], Takaomi Matsutani[4], Tetsuji Kodama[5], Takashi Ikuta[6] and Takayoshi Tanji[1]　E-mail: kawasaki@esi.nagoya-u.ac.jp

収差補正機能を備えた走査型透過電子顕微鏡（Cs-corrected STEM）では、サブÅサイズの極微プローブを形成することが可能であるが、同時に光軸方向の強度分布（焦点深度）も数 nm まで狭くなる。この性質を利用した３次元観察手法も試みられているが、２次元投影像から３次元構造を再構築するトモグラフィ観察には不向きである。また、焦点深度が深ければ、微妙な焦点合わせが不要になるため操作性の向上も見込める。これを実現できるのが円環状絞りを用いてホローコーン状の電子プローブを形成する方法で、プローブ径を保ったまま焦点深度を数 10nm 以上まで拡大することが可能である[1]。今回はその効果を実験で検証した結果について報告する。

Fig. 1 は、通常の円孔絞り（(a) ; 照射半角 25mrad）および輪帯絞り（(c) ; 照射半角 14～16.5mrad）を用いて撮影した STEM 像（それぞれ(b)と(d)）である。試料はカーボン膜上の Pt 微粒子で、観察装置は球面収差補正器を搭載した HD2300S（200kV ; 日立ハイテクノロジーズ）である。(b)は環状の暗視野検出器を用いて得られた像で、in-focus 像（Δf = 0nm）と比較して 10nm デフォーカスした像ではボケが確認できる。一方、(d)は軸上の明視野検出器で得られた像であるが、絞りが環状であるため暗視野 STEM 像となっている。こちらはΔf = 0nm と 10nm の像にほぼ差異が無く、50nm のデフォーカス像で僅かにボケている程度である。それぞれの照射条件における焦点深度の理論値[1] は 7.1nm と 57.1nm であり、実験結果はそれらと良い一致を示している。

[1] T. Kawasaki, et al., *Ultramicroscopy* **110** (2010) 1332-1337

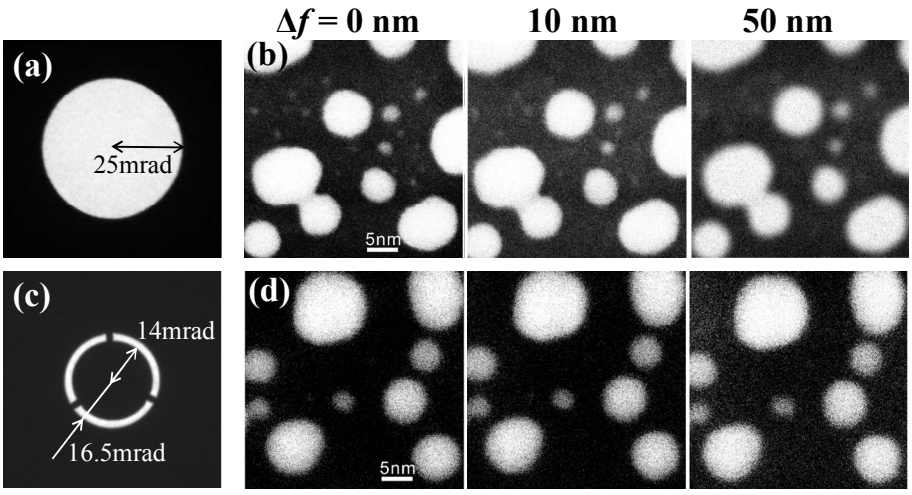

Fig. 1 Dark-field STEM images of (b) and (d) were observed with a normal aperture (a) and an annular aperture (c), respectively.

© 2014 年　応用物理学会