

# 回折顕微法による原子配列構造の可視化 —制限視野回折図形からの Si ダンベル構造再生—

名古屋大学エコトピア科学研究所 山崎 順 田中信夫  
名古屋大学工学研究科 森下茂幸

電子線を用いたナノ構造の観察手法として TEM や STEM が広く用いられているが、近年回折図形から局所構造を再生する「回折顕微法」が新しい結像法として注目されている。この手法では、観察領域周辺に何らかの拘束条件を設定し、実験で得られた回折図形との矛盾がないようにこの領域の波動場の収束解を得る。従って、これまでは真空中に孤立したナノチューブのような試料しか扱えないことが難点であった。本研究では制限視野絞りの電子線遮蔽領域を拘束条件に用いることにより、手法の汎用性を大きく改善することに成功した。また、平行照射によるビーム干渉性の増大により、高精度の再構成(原子レベル再生)を達成した<sup>(1)</sup>。

ナノ領域を選択するための極小サイズの制限視野絞りを FIB にて作製した。Fig. 1(a), (b)は、真空領域とシリコン結晶薄膜をそれぞれ選択した際の TEM 像である。本研究では収差補正 TEM を用いており、対物レンズの球面収差に起因する領域選択誤差は回避できている。Fig. 1(c)は(a)からの Airy 回折図形であり、十分な干渉性が保たれていることが確認できる。シリコン結晶の $\langle 011 \rangle$ 回折図形(Fig. 2(a))を元に再生した試料下面波動場を Fig. 2(b)に示す。絞り穴の内部にシリコン結晶の原子配列構造が明瞭に再生されており、ダンベル構造の間隔 0.136 nm が十分に分離されている。

本研究は、回折顕微法を用いて個々の原子列を明確に再現した初の成功例であり、局所ナノ構造を原子レ

ベルで結像する新しい手法として今後の材料研究への応用が期待される。

## 文 献

- (1) S. Morishita, J. Yamasaki, K. Nakamura, T. Kato and N. Tanaka: Appl. Phys. Lett., **93**(2008), 183103.  
(2009年7月21日受理)

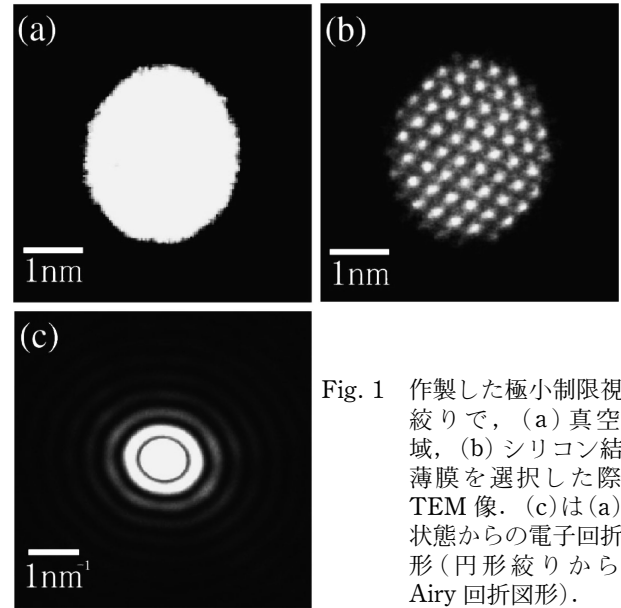


Fig. 1 作製した極小制限視野絞りで、(a)真空領域、(b)シリコン結晶薄膜を選択した際の TEM 像。(c)は(a)の状態からの電子回折図形(円形絞りからの Airy 回折図形)。

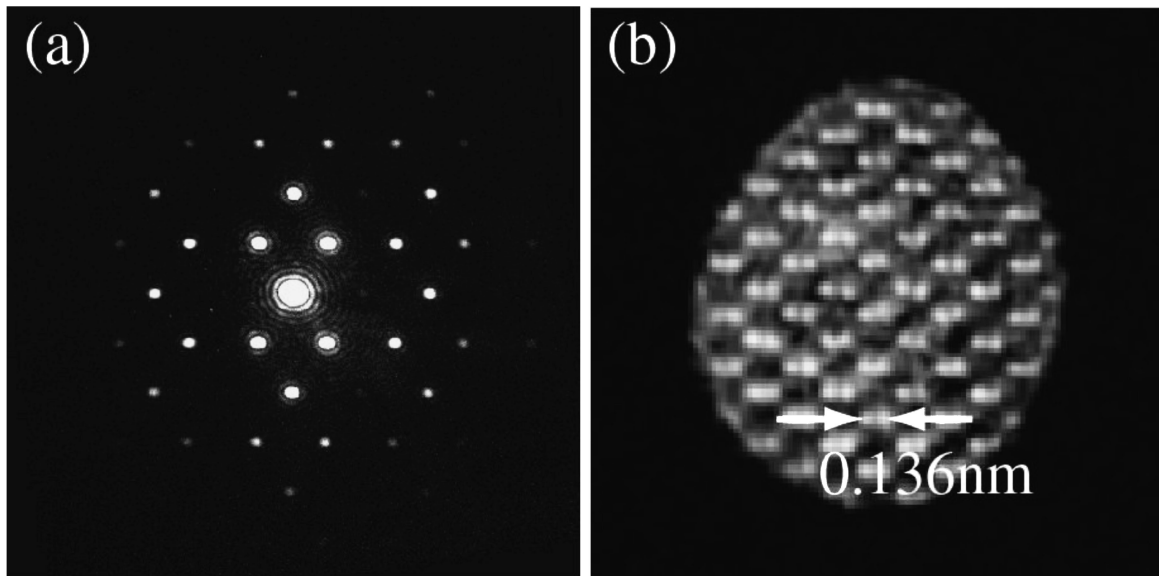


Fig. 2 (a) シリコンからの $\langle 011 \rangle$ 制限視野回折図形。(b) (a)より再生した原子配列構造。

Observation of Atomic Columns by Diffractive Imaging—Reconstruction of the Si Dumbbell Structure from a Selected Area Diffraction Pattern—; Jun Yamasaki\*, Nobuo Tanaka\*, Shigeyuki Morishita\*\* (\*EcoTopia Science Institute, Nagoya University, Nagoya. \*\*Graduate School of Engineering, Nagoya University, Nagoya)

Keywords: diffractive imaging, Si dumbbell structure, selected area diffraction, Cs-corrected TEM

TEM specimen preparation: crush in an agate mortar TEM utilized: JEM-2100F (200 kV) with an imaging Cs-corrector

Observation condition: selected area diffraction, diffractive imaging