

走査電子顕微鏡 (SEM) の高分解能化の歴史と最新技術

Improvement of SEM's resolution and new technology

○多持 隆一郎 (株)日立ハイテクノロジーズ

○Ryuichiro Tamochi(Hitachi High-Technologies)

E-mail: tamochi-ryuichiro@naka.hitachi-hitec.com

走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope,以下 SEM)は 1965 年に実用化され、これまで様々な分野で研究・開発や品質管理のツールとして広く利用されてきた。1969 年に日立より発売された HSM-2 型の分解能は 20nm 程度であったが、高輝度電子銃や低収差レンズの開発[1][2]により現在では、0.4nm の分解能を保障する SEM も商品化されている。

一方、先端分野では半導体デバイスの微細化やナノマテリアルの開発が活発に行われており、ナノレベルでの形状観察ニーズが高まってきた。加えて、高分子材料やソフトマテリアルなど、電子ビーム照射によるダメージで形状が変形する試料なども観察対象となった。これら先端市場のニーズに応えるには、低加速電圧領域の高分解能化が必要不可欠となった。一般的な SEM の加速電圧は、0.5kV から 30 kV 程度であるが、低加速電圧領域では電子の波長が長くなることから分解能の低下が生じる。この問題を解決するために、リターディング機能[3]が採用された。図 1、図 2 は、リターディング機能を用いてカーボン上の金蒸着粒子の観察を行った結果である。加速電圧 1.0 kV、撮影倍率 80 万倍で明瞭な画像が得られている。これにより、これまで観察が困難であった高分子材料やソフトマテリアルなどの低ダメージで高分解能観察が実現した。

SEM はここ 50 年で性能・機能とも飛躍的に向上したが、今後も観察ニーズの多様化に対応するため、進化し続けることが予測される。

[1] Nagatani, T., Saito, S., Sato, M. and Yamada, M.: Scanning Microsc., 1,901 (1987)

[2] 多持隆一郎, 応用物理学会結晶工学分科会第 19 回結晶工学セミナーテキスト, pp 1-3 (2014)

[3] 砂押毅志, 生頼義久, 日本顕微鏡学会第 70 回記念学術講演会発表要旨集 106 (2014)

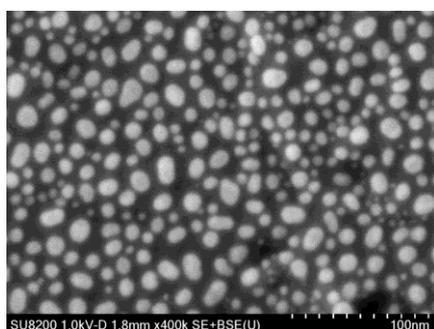


図 1.カーボン上の金蒸着粒子の観察

加速電圧:1.0 kV 撮影倍率 10 万倍

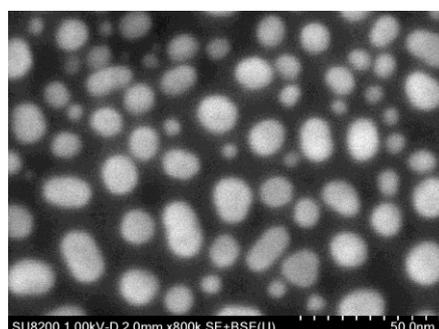


図 2.カーボン上の金蒸着粒子の観察

加速電圧:1.0 kV 撮影倍率 80 万倍