

新材料・新構造3D 化デバイスにおけるナノスケール3D 解析の

「ここまでできた」と「これができない」

東芝研究開発センター 田中洋毅

Corporate R&D Center, Toshiba Corporation

H. Tanaka

E-mail: hiroki7.tanaka@toshiba.co.jp

新材料・新構造の 3D 化デバイスが実用化されつつあり、その上微細化、複雑化が高アスペクト化や高層化も含めて進んでいる。それらナノスケール 3D デバイスの制御には、10nm 以下の精度でかつ三次元的なデバイス特定位置を正確に切り出してさらに原子レベルで形状を把握し、分析すること、つまり「モノをつくるための見る目」が開発の鍵となる。原子レベルの高分解能かつ3D 分析には TEM/STEM((走査型)透過電子顕微鏡)観察と EDS/EELS/NBD 分析に加え、3D-アトムプローブ トモグラフィ(APT)が主に用いられる。これらは特定位置を正確に切り出す前処理としての観察・加工技術が必須であり、FIB-SEM が広く用いられるが、最新の装置を用いても高難度である。さらに TEM/STEM や APT 分析単体では要求を満たせないため、それらのハイブリッド手法やその場観察、マルチコンポーネント計測が求められている。また、得られた 3D もしくはそれ以上の多次元の多点データ、マルチコンポーネントデータは膨大なサイズになるため、個々のデータ処理や解釈の効率化自体も研究開発対象になるほど課題になっている。

STEM/TEM 分析は、形状や寸法を把握するイメージング(S/TEM,BF,DF)、元素・結合状態分析であるスペクトロスコーピー (EELS,EDS)、結晶性を調べるディフラクトメトリ(NBD/SAD)など多様な観察と分析が一台で可能であり、半導体デバイス実製品で言及するまでもなく多用されている。それらに加えて、我々は既に研究報告のある先駆的・特殊な手法を、より実用的なデバイス・プロセス評価法としてEF-STEM[1]、STEM-NBD-2DI(マッピング可視化)[2]やSTEM-EBIC 結像[3]などのマルチコンポーネントで多彩なコントラストの観察、TEM/STEM では難しい電気的特性の可視化を目的として実デバイス構造、サイズで試みてきた。それでも不得手なところを APT 等他の手法と一貫したハイブリッド手法を開発し[4]、またメカニズム解明にはその場観察を試みている。実製品の開発や不良解析に必要な応用としてのこれら FIB-SEM,STEM/TEM,3D-APT 関連とその複合分析で「ここまでできた」取り組みと、それらの課題である「これができない」を紹介しつつ議論したい[5]。

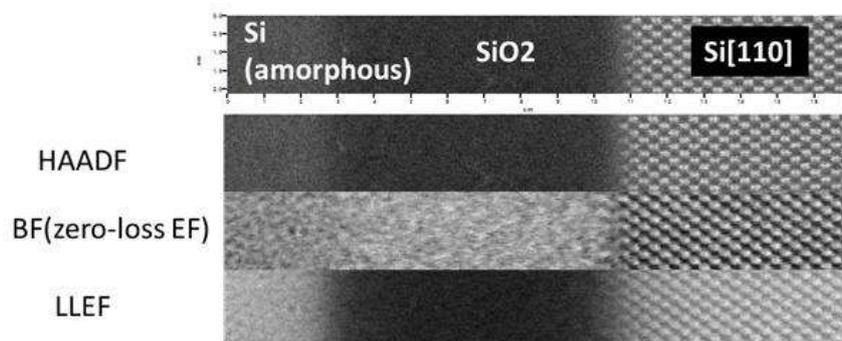


Fig.1 Simultaneously acquired multi-component STEM images of amorphous-Si/SiO₂/Si-sub cross section.

[1]H.Tanaka et al, JSM2017 [2] T. Asano et al., 2017 IRPS, 5C.2.113502. [3] H.Tanaka et al, JAP2013 [4] Y.Daigo et al., JSM2017 [5]浅野孝典 他、高石理一郎 他、渡辺圭 他、太期由貴子 他、間山憲仁 他、水島一郎、2017 年応用物理学会秋季学術講演会