

X線によるナノデバイスおよび格子欠陥の三次元観測

Three-Dimensional Structural Observation for Nanoscale Devices and Crystal defects

Measured by X-Rays

リガク 〇表 和彦, 伊藤 義泰

X-Ray Research Lab. Rigaku Corp., Kazuhiko Omote, Yoshiyasu Ito

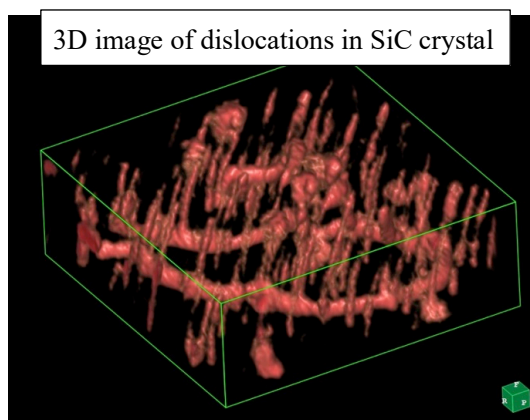
E-mail: omote@rigaku.co.jp

X線は、物質との相互作用が比較的弱い材料をそのまま透過する特徴があり、内部に形成された構造を壊すことなく観測することができる。特に、X線の散乱や回折現象を利用することにより、単純な透過法では測定が困難な、数 nm レベルの微細な構造や単結晶中における 10^{-5} オーダーの格子歪みを観測することも可能である。本講演では、これらの特徴を活かした、デバイス構造や単結晶材料中に存在する欠陥の三次元観測に関して紹介する。

LSIの微細化は依然進行し続け、そのために nm サイズの構造をコントロールする技術が必要とされており、それに伴って非破壊測定技術への要求も高まっている。我々は、反射配置の小角 X線散乱法 (GI-SAXS) を適用する¹⁾ ことにより、メモリーのような繰り返しパターン of the 断面形状を極めて精度良く測定できることを示してきた²⁾。さらに、Computer Tomography のように試料を回転させることで、dot や hole などの三次元的なパターン形状の可視化も可能となった。ここでは、いくつかの例により、GI-SAXS によって、ナノデバイスの三次元構造が極めて精度および再現性良く測定できることを示す。

一方、X線 Topography は、X線回折による高い結晶歪み検出感度を活かし、転位などの結晶欠陥を可視化する方法として広く使われている。特に近年、感度・分解能の高い X線検出器が開発され、高速で Section Topography 測定が可能になった。それによって、10 μ m 程度の短い間隔で試料を移動させながら測定した多数の Section Topography 像を合成することにより、結晶内における

三次元的な転位像を得ることができるようになった³⁾。右図は、そのようにして得られた、SiC 単結晶ウェーハ中に存在する転位の三次元像である。本方法により、結晶成長過程やデバイス製造時のウェーハ処理過程における転位生成の原因、機構等に関する知見が深められるものと期待される。



- 1) K. Omote, Y. Ito, and Y. Okazaki, Proc. of SPIE **7638**, 763811 (2010).
- 2) E. Yamanaka, et. al., Proceedings of SPIE **9984**, 99840V, (2016).
- 3) 梶原堅太郎他, 日本結晶学会誌, **54**, 12-17 (2012).