



マルチモーダル欠陥解析によるパワーデバイス半導体中のキラ欠陥評価(V)

原田 俊太¹, 瀬尾 圭介¹, 花田 賢志²

1 名古屋大学, 2 科学技術交流財団あいちシンクロトロン光センター

キーワード：パワーデバイス、SiC、X線トポグラフィ、転位、

1. 背景と研究目的

半導体デバイスの性能や歩留まり向上のためには、不良の原因となるキラ欠陥を正確に特定することが非常に重要である。そのためには、半導体基板内に存在する転位の種類と位置を正確に把握し、これらの転位がデバイス性能に及ぼす影響を明確にする必要がある。

この目的を達成するためには、高解像度かつ広範囲の検査が可能で、迅速かつ非破壊的な手法が求められる。偏光を利用した複屈折イメージング技術は、転位が引き起こす応力分布を光弾性効果として検出・観察することができる。この技術により、複屈折の変化から転位の種類を理論的に区別することが可能となる。

また、光学的手法であるため、非破壊で迅速な観察が行えるという利点も大きい。本研究では、X線トポグラフィと複屈折イメージングの結果を比較分析することで、両者の対応関係を明確にし、偏光観察技術を基盤とした半導体結晶内のキラ欠陥検出システムの構築を目指す。

2. 実験条件と実験内容

本研究では、4度オフ角を持つSiC結晶ウェハを試料として用い、X線エネルギーを8.27 keVに設定し、 $g = 11\cdot28$ の回折条件下でX線トポグラフィ像を名大で開発した原子核乾板を用いて撮影した¹⁾。また、得られたトポグラフィ画像を偏光顕微鏡での観察結果と比較検討するため、異なる観察画像間の位置合わせ精度を高めることを目的に、透視変換を利用した2段階の画像位置合わせソフトウェアを開発した。

具体的には、まずウェハ形状に基づいた粗位置合わせ (coarse alignment) を実施し、次に基準点を用いた精密位置合わせ (fine alignment) を透視変換により行った。これにより、異なる手法で取得した画像間での位置ずれや幾何学的歪みを効果的に補正し、詳細かつ迅速な欠陥解析が可能になった。

本手法は、異なる観察手法を組み合わせた多角的な欠陥評価の精度を大幅に向上させ、半導体材料の品質改善およびデバイスの信頼性向上に寄与することが期待される。

3. 参考文献

1. Harada, S., Nishigaki, T., Kitagawa, N., Ishiji, K., Hanada, K., Tanaka, A., & Morishima, K. (2023). Development of high-resolution nuclear emulsion plates for synchrotron X-ray topography observation of large-size semiconductor wafers. *Journal of Electronic Materials*, 52(5), 2951-2956.