



# 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ークラック欠陥評価 (VI)

原田 俊太<sup>1</sup>, 瀬尾 圭介<sup>1</sup>, Sun Juhyeong<sup>1</sup>, 花田 賢志<sup>2</sup>

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向上および信頼性確保には、結晶欠陥を多面的に評価し、その特性を正確に把握することが必要不可欠である。異なる観察手法によって得られる画像データはそれぞれ特有の歪みや位置ずれが発生するため、精度の高い画像位置合わせが求められる。本研究では、マルチモーダル観察データ間の位置合わせ精度を透視変換を用いて定量的に評価することを目的とした。

## 2. 実験条件と実験内容

実験には直径 150 mm、厚さ 360  $\mu$ m、オフ角 4 度の SiC ウェハを用いた。結晶欠陥の評価には X 線トポグラフィ (XRT)、偏光顕微鏡 (PLM)、光学検査 (OI) の 3 つの手法を適用した。XRT 画像はあいちシンクロトロン BL8S2 にて 8.27 keV の単色 X 線を用い、回折ベクトル  $g=11-28$  の条件下で撮影した。PLM 画像は Mipox 社製 XS-1 Sirius 偏光顕微鏡を用いて 405 nm の光を用いて観察した。OI 画像は Lasertec 社製 SICA88 システムを使用して取得した。

取得した画像間の位置合わせには、粗位置合わせ (coarse alignment) 後、画像間で共通して確認可能な欠陥を基準点として透視変換を用いた精密位置合わせ (fine alignment) を行った。

## 3. 結果と考察

粗位置合わせのみでは欠陥位置に著しいずれが残り、多面的な解析が困難であったが、透視変換を用いた精密位置合わせを実施したところ、異なる観察手法間の欠陥位置を正確に整合させることに成功した。

位置合わせ精度は、光学検査画像 (OI) を基準として、位置ずれの二乗平均平方根誤差 (RMSE) を用いて定量的に評価した。その結果、類似変換やアフィン変換と比較して透視変換が最も高い精度を示した。具体的には、XRT 画像での位置ずれは類似変換に比べ約 1/8、アフィン変換に比べ約 1/2 に低減した。PLM 画像でも同様の傾向が確認された。

以上の結果から、透視変換を用いた 2 段階の位置合わせ手法は、マルチモーダルデータの位置整合精度を飛躍的に向上させ、結晶欠陥の詳細かつ信頼性の高い評価を可能にした。

本研究の成果は半導体材料の品質管理およびデバイスの信頼性評価に大きく貢献すると期待される。

## 4. 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.