



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評価(II)

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向上および歩留まりの向上を妨げるキラークラックを特定するためには、半導体基板内の転位の種類とその正確な位置を特定し、それらがデバイスの性能特性にどのように影響するかの相関関係を明確にすることが極めて重要である。この目的を達成するためには、高解像度で広範囲にわたる検査を迅速かつ非破壊的に行う技術が不可欠である。

偏光を利用した複屈折イメージング技術により、応力に起因する複屈折の変化を利用した光弾性効果によって、転位が引き起こす応力分布を検出し観察することが可能である。この複屈折イメージングを用いることで、転位の種類を区別することが理論的には実現可能である。さらに、光学的手法によるため、非破壊かつ迅速な観察が実現可能である点も大きな利点である。

本研究では、X線トポグラフィと複屈折イメージの比較分析を通じてその対応関係を明らかにし、偏光観察に基づく半導体結晶内キラークラックの検出システムの構築を目指している。複数の異なる回折条件を設定してX線トポグラフィ像を撮影し、得られたデータを基に同一視野での欠陥観察画像との比較検討を行うための詳細なデータ収集を実施した。

2. 実験条件と実験内容

ダイヤモンド基板に関しては、複数の試料を使用した。これらの試料では、入射角度を約1度に設定し、エネルギーは8.73 keVから9.33 keVの範囲で調整した。この際、 2θ は90度から110度の間で設定した。GaN (0006)の試料では、エネルギーを9.84 keV、角度を46.9度に設定して撮影を行った。

X線トポグラフィ像の撮影は、名古屋大学で開発した原子核乾板を用い、高解像度のX線トポグラフィ像を取得している。異なる条件で撮影された2種類のX線トポグラフィ像と偏光観察像を同一視野で表示可能なプログラムを開発し、これを用いてより精密な観察を行っている。

本研究の結果として、転位がデバイス性能に与える影響を詳細に解析することができ、半導体結晶内のキラークラックの検出とその対策に大いに貢献することが期待される。今後は、これらの技術をさらに発展させ、半導体製造プロセスにおける実用化を目指していく。

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.