



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ル欠陥評価(IV)

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向上の阻害要因であるキラール欠陥を特定するためには、基板内部の転位の種類およびその正確な位置を把握し、それらがデバイス性能に与える影響の相関関係を明確にすることが重要である。この目的を果たすためには、広範囲かつ高解像度で、迅速かつ非破壊的に検査を行う技術が求められている。

偏光を活用した複屈折イメージング技術は、応力に起因する複屈折変化を利用し、光弾性効果によって転位が引き起こす応力分布を検出および観察することが可能である。この技術を用いることで、転位の種類を区別することが理論的に実現可能であり、さらに光学的手法のため、非破壊かつ迅速な観察が可能である点も大きな利点となっている。

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相関関係を明らかにし、偏光観察に基づく半導体結晶内キラール欠陥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に基づいてX線トポグラフィ像を取得し、得られたデータと同一視野内での欠陥観察画像を比較検討するため、詳細なデータ収集を行った。

2. 実験条件と実験内容

本実験では、CVD法で作製されたダイヤモンド単結晶（面方位(111)）、SiC基板、およびGa₂O₃基板を用いてX線トポグラフィ観察を行った。ダイヤモンド単結晶の観察においては、エネルギーを12.8 keV、13.2 keV、14.3 keVに設定し、反射面として404および044を使用した。12.8 keVの条件では入射角を7.5°に設定し、13.2 keVおよび14.3 keVの条件では入射角をそれぞれ2°および0.74°に設定して撮影を行った。また、044面においては、13.2 keVで入射角を5.4°、14.3 keVで0.79°に設定して観察を実施した。

SiC基板の観察では、入射角を14.9°、 2θ を104°に設定してトポグラフィ像を取得した。Ga₂O₃基板については、入射角を27.3°、 2θ を94°に設定し、最適な条件で観察を行った。

得られたX線トポグラフィ像は、各基板における転位やその他の結晶欠陥の位置と特性を明確に把握するため、偏光観察像と重ね合わせて解析を行った。この技術により、デバイス性能への影響評価やキラール欠陥の検出がより精度高く可能となり、半導体製造プロセスにおける実用的応用が期待される。

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.