



ダイヤモンド単結晶のトポグラフィ測定

田淵 雅夫¹, 花田 賢志²

1 名古屋大学, 2 (公財)科学技術交流財団

キーワード：ダイヤモンド, トポグラフィ

1. 背景と研究目的

ダイヤモンドはエレクトロニクスデバイス材料としての応用が期待されており、大型ウェハ開発が進んでいるが、大型化に伴いデバイス特性の劣化を引き起こす結晶欠陥の密度が増加する。結晶成長中のタングステン原子をドーピングすることにより、貫通転位の伝搬を抑制する金属援用終端（Metal-assisted termination: MAT）法が産総研から提案されている¹。MAT法は面積制約がなく、数 μm 厚の結晶成長で転位伝搬を抑制できる。MAT法を用いて作製したショットキーバリアダイオードは、リーク電流の抑制と耐圧向上が確認された。一方、金属原子と転位の相互作用やメカニズムは解明されておらず、それらの解明は学術的・工学的に重要であると考えられる。

本研究では、MAT法によるダイヤモンド結晶の低転位密度化のメカニズム解明を目標に、ダイヤモンド中に添加された遷移金属不純物と転位の相互作用を解明すること、遷移金属不純物による転位形態の変態機構のモデルを構築することを目的としている。本実験で、X線トポグラフィ測定によりダイヤモンド中の転位観察および歪み分布観察を行うことを目的とした。

2. 実験内容

ダイヤモンド単結晶材料は、高温高压（HPHT）法により作製したダイヤモンド単結晶基板に、化学気相成長（CVD）法によりタングステン金属を添加しつつエピタキシャル成長させた。結晶表面は001面である。ダイヤモンド単結晶試料の結晶欠陥の観察を行うためにX線トポグラフィ測定および歪み測定を行うために、試料の結晶方位に注意ながら試料台座の上に設置した。検出器は、原子核乾板およびsCMOSカメラを使用した。結晶表面から数～数十 μm 程度深さの結晶欠陥を観察するために、回折結晶面は(220)とし、6.7-6.9 keVの範囲のX線エネルギーを用いて検出器とX線の成す角 2θ は90～94度の範囲、結晶表面とX線の成す角 Ω は0.4～1.9度の範囲で行った。また、結晶表面から歪み分布を観察するために、同様の条件でイメージングロッキングカーブ測定を行った。

3. 結果および考察

ダイヤモンド単結晶試料の表面から数十 μm 深さをX線トポグラフィ観察したところ、貫通転位および基底面転位と考えられる結晶欠陥が多数確認された。表面近傍の結晶欠陥の動向を調べるため、表面から3 μm 以下深さのトポグラフィ測定を行ったところ、結晶エッジ付近の散乱光の強度が強く、結晶表面近傍の結晶欠陥の観察が困難であった。結晶の ω スキャンもしくはX線エネルギースキャンにより、イメージングロッキングカーブ測定を行った。検出器はsCMOSカメラC12849-101Uを用いた。数十 μm 深さの歪み分布測定は実施可能であったが、トポグラフィ実験と同様に表面から数 μm 程度の深さの回折光を取得する場合、結晶試料のエッジからの高強度の散乱光により、観察が困難であった。散乱光のカット、もしくは散乱光効果の小さい回折条件の探索が必要である。今後、スリットを構築し使用して実験を行っていく。

4. 参考文献

1. Shinya Ohmagari, et al., Appl. Phys. Lett. 113, 032108 (2018).