



ダイヤモンド単結晶の XAFS 測定 III

田淵雅夫^{1,2}, 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, 蛍光 XAFS 測定

1. 背景と研究目的

ダイヤモンドは物質中最高の熱伝導率、高いキャリア移動度など優れたデバイス特性を有し、エレクトロニクス応用が期待されている。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は増加する。結晶成長中の金属不純物タングステンの添加により、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た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は未解明であり、そのメカニズム解明は学術的・工学的に重要である。

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線吸収微細構造解析により遷移金属原子局所微細構造を評価することを目的としている。前回の実験「ダイヤモンド単結晶の XAFS 測定 I (実験番号 20205070) およびダイヤモンド単結晶の XAFS 測定 II (実験番号 202006066)」で類似測定を行って、第 1・第 2・第 3 隣接原子間距離の見積を行った。さらに微細構造解析を進めるために、今回作製条件の異なるダイヤモンド単結晶試料を用いて XAFS 測定を行った。

2. 実験内容

実験試料として用いた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 001 面単結晶である。ダイヤモンド単結晶試料をポリエチレン袋に封入し、ポリエチレン袋をプラスチックマウントに挟んで、光学素子用フィルターホルダーで試料台の上に固定した。X線回折光を避けるために X線入射角度や照射位置を調整しつつ、試料位置調整を行った。7 素子 SDD 検出器は試料との距離が概ね 40 mm となるように設置した。蛍光 XAFS 測定条件は前回の実験と同様にした。スペクトルデータを積算してノイズ低減するために、測定を複数回繰り返して行った。

3. 結果および考察

蛍光 XAFS 測定の際には X線回折光も検出器に入ってきて蛍光 XAFS スペクトルにノイズとして乗ることがあったため、試料の位置や角度を微調整する必要がある。取得した蛍光 XAFS スペクトルは、同時に測定していたタングステン箔の XANES スペクトルを用いてエネルギーシフト分を見積もり、エネルギー較正を行った後に、ノイズ低減のために積算した。XAFS 解析用ソフトウェア Athena を用いて、XAFS スペクトルの解析を進めた。XAFS スペクトルから波数 k の重みを 3 として EXAFS 振動を抽出し、Hanning 窓関数 (波数 $k=2\sim 10$) を用いて EXAFS 振動のフーリエ変換を行い動径分布関数を取得し、第 1・第 2・第 3 隣接原子間距離を見積もった。結晶試料内の金属原子のサイトの解析考察を進めている。

4. 参考文献

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