



# ダイヤモンド単結晶の XAFS 測定 I

田淵雅夫<sup>1,2</sup>, 花田賢志<sup>2</sup>

1 名古屋大学, 2 科学技術交流財団

キーワード：ダイヤモンド, 蛍光 X 線スペクトル測定, 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. MAT 法は面積制約がなく, 数  $\mu\text{m}$  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, 金属援用終端 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, 蛍光 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.

## 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ものである. 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. 試料の位置調整を行い, 試料の結晶表面に入射角 45 度で 11300 eV の単色 X 線を照射して, 7 素子 SDD 検出器を用いて蛍光 X 線スペクトルを取得した. 検出器と試料の距離は 40 mm, 照射時間は 180 秒とした. また, タングステンの L3 エネルギー吸収端の前後  $-300\text{ eV}$  から  $+1000\text{ eV}$  程度の範囲で入射 X 線エネルギーを掃引しつつ蛍光 X 線強度を取得し蛍光 XAFS スペクトルを取得した. 蛍光 X 線の選択エネルギー範囲は 8131 から 9705 eV とした. 露光時間は, 9897~10247 eV の範囲では 1 秒, 10247~11297 eV の範囲で 4 秒とした. 測定エネルギー間隔は, 9897~10157 eV の範囲で 6.5 eV, 10157~10247 eV の範囲で 0.3 eV とし, 10247~10697 eV の範囲で 2.5 eV, 10697~11297 eV の範囲で 6.0 eV とした. 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行った.

## 3. 結果および考察

タングステン添加ダイヤモンド単結晶の蛍光 X 線スペクトルを取得したところ, スペクトルにタングステン元素の蛍光 X 線が観察され, 結晶中のタングステンの添加が確認された. 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 スペクトルから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. ダイヤモンド結晶試料のタングステン含有量は極めて小さく XAFS スペクトルのノイズも大きく詳細な解析に支障がある. 解析により正確で多くの情報が取得できるように, 今後の実験で同様の測定をさらに行い積算してノイズ低減を行ったスペクトルを用いて解析を進めていく.