



X線トポグラフィ像による (111)CVDダイヤモンド中の転位評価

原田 俊太¹, 瀬尾 圭介¹, 辻 起行², 花田 賢志³

1 名古屋大学, 2 物質・材料研究機構, 3 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、ダイヤモンド、X線トポグラフィ、転位、

1. 背景と研究目的

ダイヤモンドは、高いバンドギャップ（5.5 eV）や高い移動度（2200 cm²/Vs）といった特性から、次世代のパワー半導体としての応用が期待されている[1]。近年、ダイヤモンド結晶内のカラーセンターを活用した量子技術への応用も注目を集めている[2]。しかし、ダイヤモンド内の転位はこれらのアプリケーションの性能を低下させる要因となる[2]。また、化学気相成長法（CVD法）によって生成されるダイヤモンド膜は、膜厚やドーピング濃度の制御が可能であり、ダイヤモンドを用いたアプリケーションには不可欠な技術となっている[3]。したがって、CVDダイヤモンド中の転位を高分解能、広範囲、非破壊で歪み評価を行う技術が求められている。本研究では、X線トポグラフィを用いて(111)ダイヤモンド基板及びCVDダイヤモンド膜中の転位の位置およびその成長方向の同定を行った。

2. 実験条件と実験内容

基板サイズが1.0 mm × 1.0 mm × 500 μmの(111) Ibダイヤモンド基板の上に、約50 μmのCVDダイヤモンド膜を合成した。この基板およびCVD膜中の転位の位置と成長方向を特定するため、g=[331]の回折条件を設定し、X線トポグラフィ像を撮影した。X線トポグラフィ像を撮影する際、X線CMOSカメラやフラットパネルセンサー（いずれも浜松ホトニクス製）を用いて、ダイヤモンド基板のX線トポグラフィ像が鮮明に観察できる回折条件（X線エネルギー、 ω 、 ϕ など）を詳細に検討した。撮影には、名古屋大学で開発された原子核乾板を使用し、高解像度のX線トポグラフィ像を取得した。また、厚さ約500 μmの金属板を用いてダイヤモンド基板に照射されるX線を遮断することで、CVD膜中に存在する転位を観察した。その結果、ダイヤモンド基板とCVD膜双方で転位の像が観察された。だが、基板サイズが1.0 mm×1.0 mmと非常に小さく、転位密度が高いため、転位の成長方向を同定することはできなかった。

今後は、この反省を踏まえ、基板サイズを大きくし、転位密度が小さいダイヤモンド中で、転位の位置と成長方向を特定することを計画している。

4. 参考文献

- [1] H. Umezawa, M. Nagase, Y. Kato, S.-I. Shikata, High temperature application of diamond power device, *Diam. Relat. Mater.* 24 (2012) 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2012.01.011>.
- [2] T. Tsuji, T. Sekiguchi, T. Iwasaki, M. Hatano, Extending spin dephasing time of perfectly aligned nitrogen - vacancy centers by mitigating stress distribution on highly misoriented chemical - vapor - deposition Diamond, *Adv. Quantum Technol.* (2023). <https://doi.org/10.1002/qute.202300194>.
- [3] T. Teraji, C. Shinei, Nitrogen-related point defects in homoepitaxial diamond (001) freestanding single crystals, *J. Appl. Phys.* 133 (2023). <https://doi.org/10.1063/5.0143652>.
- [4] C. Shinei, Y. Masuyama, M. Miyakawa, H. Abe, S. Ishii, S. Saiki, S. Onoda, T. Taniguchi, T. Ohshima, T. Teraji, Nitrogen related paramagnetic defects: Decoherence source of ensemble of NV- center, *J. Appl. Phys.* 132 (2022) 214402. <https://doi.org/10.1063/5.0103332>.