



AichiSR

X線トポグラフィによるダイヤモンド結晶中の歪評価 (IV)

原田 俊太¹, 濑尾 圭介¹, ソン ジュヒョン¹, 辻 趟行², 花田 賢志²
 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、ワイドバンドギャップ (5.5 eV) や高いキャリア移動度 ($2200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) といった優れた物性を有しており、次世代パワー半導体材料として期待されている[1]。加えて、近年では結晶内のカラーセンターを利用した量子デバイスへの応用も注目を集めている[2]。しかし、結晶内に存在する「転位」は、これらデバイスの性能を著しく低下させる要因となる。特に、膜厚やドーピング濃度の精密制御が可能な化学気相成長法 (CVD 法) は、デバイス作製に不可欠な技術であるが、CVD 膜中に導入される転位の評価が課題となっている[3]。本研究では、CVD ダイヤモンド中の転位を、高分解能・広範囲かつ非破壊で評価する手法として X 線トポグラフィを用いた。具体的には、(111)ダイヤモンド基板およびその上に成長させた CVD 膜を対象とし、歪みや結晶欠陥（転位）の位置および成長方向の同定を目的とした。

2. 実験条件と実験内容

試料には、 $2.0 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm} \times 500 \mu\text{m}$ の(111)Ib ダイヤモンド基板上に、約 $50 \mu\text{m}$ の CVD ダイヤモンド層を成膜したものを用いた。本実験では、 $\mathbf{g}=[113]$ の回折条件を選択し、X 線トポグラフィ像の撮影を行った。撮影にあたっては、まず X 線 CMOS カメラおよびフラットパネルセンサー（浜松ホトニクス製）を用いて、回折条件 (X 線エネルギー、 ω 、 ϕ 等) の精密な最適化を実施した。その後、名古屋大学で開発された原子核乾板を用いることで、高空間分解能なトポグラフィ像を取得した。その結果、CVD ダイヤモンド膜内において転位像を観察した。しかしながら、試料サイズが微小であったこと、および基板端部において回折像の歪みが生じたことが要因となり、個々の転位の成長方向を完全に同定するまでには至らなかった。今後は、今回の知見を活かし、試料サイズの大型化や測定配置の再検討を行うことで、転位構造の三次元的な進展方向の特定を試みる計画である。

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>.