

(001)面ダイヤモンド基板上{111}面逆ピラミッド型ホールに生成した 高配向窒素空孔中心の特性比較

Characteristics comparison of preferentially-oriented nitrogen-vacancy centers generated on {111} facets inverted pyramid holes in (001) diamond substrate

慶大理工¹, 慶大 CSRN², 金沢大ナノマリ³, 産業技術総合研究所⁴

○(M2)伊牟田 航基^{1,2,4}, 及川 耀平^{1,2}, (D)鈴木 琉生^{1,2}, 林 寛³, 徳田 規夫³, 渡邊 幸志⁴, 早瀬 潤子^{1,2}

Keio Univ.¹, Keio CSRN², NanoMaRi, Kanazawa Univ.³, AIST⁴

○(M2)Koki Imuta^{1,2,4}, Yohei Oikawa^{1,2}, (D)Rui Suzuki^{1,2},

Kan Hayashi³, Norio Tokuda³, Hideyuki Watanabe⁴, and Junko Ishi-Hayase^{1,2}

E-mail: Koki_Imuta_0510@keio.jp

【背景・目的】ダイヤモンド中窒素空孔中心(NV センター)は、室温大気圧下で高感度磁場センサとして応用できる^[1]。センサの高感度化には N と V の結合方向(配向方向)が揃った高配向 NV センターの生成が重要である。我々の研究グループでは、Ni 異方性エッチング^[2]により{111}面逆ピラミッド型ホールを形成した(001)基板上に窒素ドーブ CVD 成長を施して NV センターを生成することで、1 基板上で異なる方向に配向率95%以上の高配向 NV センターを含むサンプルの作製に成功した^[3]。本手法で生成される NV センターの特性は、ホールの構造や表面状態、CVD 成長条件により決定される成長モードに大きく依存する。前回の発表^[4]では、CVD 成長時の窒素ドーブ濃度が NV 特性に与える影響について考察したが、結果として基板表層の結晶欠陥が大きく影響しているという示唆が得られた。そこで本研究では、加工前の基板表層に存在する結晶欠陥の影響を低減する複数の手法を適用し、生成される NV 特性への影響を比較したので報告する。

【方法】結晶欠陥の影響を比較するため、Fig. 1 のように 3 つの異なるサンプル A~C を作製した。高純度(001)ダイヤモンド基板上に Ni 薄膜をパターンニング蒸着し、高温水蒸気雰囲気下でアニールすることで、4つの{111}斜面を持つ逆ピラミッド型ホール構造を作製した。サンプル A では結晶欠陥層の影響除去を行わず、サンプル B ではホールの作製後に基板表層の研磨を施した。また、サンプル C では、ホールの作製前に反応性イオンエッチング(RIE)により結晶欠陥層の除去を行った。これらの上に窒素ドーブ CVD 成長を施し、高配向 NV センターを生成した。

評価においては、独自に実装した、特定マイクロ波周波数のみでの連続波光検出磁気共鳴(CW-ODMR)を利用してホール全体の配向率分布をマッピングできる測定プログラムを用いた。

【結果】測定結果のうちサンプル A(口径 $\cong 35 \mu\text{m}$ 、深さ $\cong 15 \mu\text{m}$)の配向率マッピングの結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 より、4つの{111}斜面で面ごとに異なる方向の優先配向が得られていることが観測された。また、ホール底面の(001)面においても隣接する{111}斜面の影響を受け、4分割に高配向となった特徴的な配向率分布が観測された。発表では、欠陥層除去の有無や除去手法の違いが NV 特性に与える影響を分析した結果についても発表する。

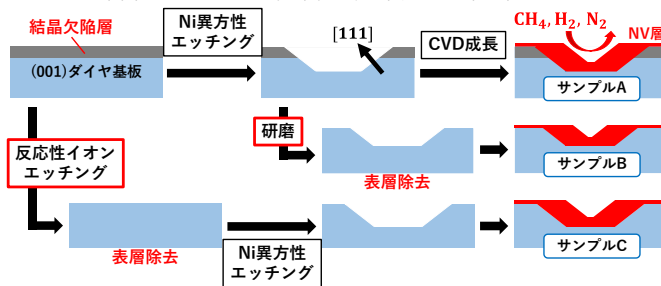


Fig. 1 サンプル作製手順の概要

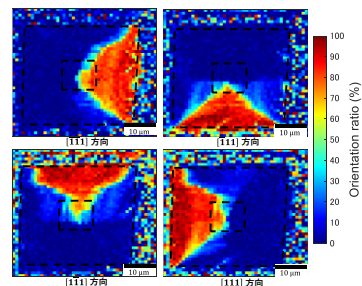


Fig. 2 サンプル A の配向率マッピング

【謝辞】本研究の一部は、JST CREST (No. JPMJCR24A5)、Q-LEAP (No. JP-MXS0118067395)、科研費 (No. 20H05661, 22H01558, 23K22828, 25K01292, 25K00931)、地域中核・特色ある研究大学強化促進事業(J-PEAKS)、慶應義塾大学次世代研究プロジェクト推進プログラムの支援を受けて行われた。サンプルは文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」事業(課題番号: JPMXP1225NM0062, JPMXP1225AT0167)の支援の下で作製された。

[1] L. Childress, *et al.*, Science **314**, 281 (2006). [2] M. Nagai, *et al.*, Scientific Report **8**, 6687 (2018). [3] 及川耀平他, 第 68 回応用物理春季学術講演会, 18p-Z13-4 (2021). [4] 伊牟田航基他, 第 72 回応用物理春季学術講演会, 17a-K502-6 (2025).