

逆ピラミッド型{111}面を形成した (001)基板上 CVD 成長による高配向 NV 中心の生成

Fabrication of Preferentially-oriented Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond
by CVD Growth on (001) Substrate with (111) V-Groove Structure

慶應義塾大学¹, 金沢大学²

○(M2)千地 遼平¹, 長井 雅嗣², 吉本 智貴², 中野 裕太², 徳田 規夫², 早瀬 潤子¹

Keio Univ.¹, Kanazawa Univ.², [○]Ryohei Chiji¹, Masatsugu Nagai², Tomoki Yoshimoto²,

Yuta Nakano², Norio Tokuda², Junko Ishi-Hayase¹

E-mail: sukiyaki@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、室温大気圧下で動作する高感度・高空間分解能磁場センサーとして期待されている^[1]。NV センターを用いた磁場センシングでは、NV センターの生成位置や配向(N と V が並ぶ方向)を制御することが非常に重要である。近年我々の研究グループでは、反応性イオンエッチング(RIE)もしくは集束イオンビーム(FIB)で微細加工を施した(001)ダイヤモンド基板上に、化学気相成長(CVD)によるダイヤモンド薄膜を選択成長させることで、NV センターの生成位置と配向(方向・割合)を同時制御することに成功した^[2]。しかしながら従来の方法では、自然形成された(113)面上の CVD 成長を利用しているため (Fig. 1 参照)、配向率が 80%程で留まってしまっている点、自然形成までに理想的では無い成長が起こってしまう点が問題だった。そこで本研究では、Ni を用いた異方性エッチング^[3]により形成した{111}面逆ピラミッド型構造を有する(001)基板上に CVD 成長することで、従来よりも高い配向率を有する NV センターを(001)基板上に生成することに成功したため報告する。

【方法】Figure 1 に作製したサンプルの側面図、平面図の概念図を示す。高純度(001)ダイヤモンド基板に Ni 膜 (30 $\mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$)を堆積し、高温水蒸気でアニールする手法によりダイヤモンドを異方的にエッチングし、4つの{111}面で囲まれた逆ピラミッド型のホール構造を形成した。作製した基板上に CVD 法でダイヤモンド薄膜を成長した。その後、熱混酸処理を行うことによってダイヤモンドの終端を酸素に置換した。成長したダイヤモンド薄膜中の NV 中心の特性を自作の共焦点顕微鏡を用いて評価した。

【結果】Figure 2 に逆ピラミッド型ホール内{111}面上に生成された NV センターの ODMR スペクトルを示す。マイクロ波強度を考慮し、ODMR ディップ面積の比から配向率を見積もると、NV センターの配向率は約 90 %であることがわかった。この結果、自然形成(113)面上 CVD 法により形成される NV センターよりも高配向率を有する NV センターを、(001)基板上に生成することに成功した。さらに測定箇所によって優先形成される NV センターの配向方向が異なることがわかった。この結果は、エッチング面方位を変えることで、同一(001)基板上で優先的に形成される配向方向を制御できることを示している。

Acknowledgments : This work was supported by MEXT KAKENHI (18H01502,15H05868), Q-LEAP (No. JPMXS0118067395), and CSRN, Keio University.

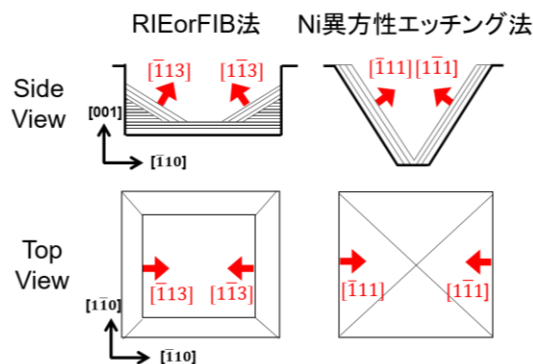


Fig. 1 作製したサンプル構造の模式図

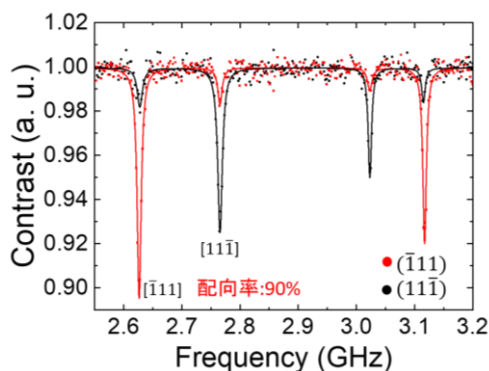


Fig. 2 ODMR スペクトル

[1] L. Childress, *et al.*, Science **314**, 281 (2006).

[3] M. Nagai, *et al.*, Scientific Report **8**, 6687 (2018).

[2] H. Watanabe, *et al.*, IEEE Transactions on Nanotechnology **4**, 614 (2016).