

## 微細加工基板上窒素ドーブ化学気相成長による ダイヤモンド中空素空孔中心の配向軸制御

Controlled axis of nitrogen-vacancy centers in diamond fabricated  
using nitrogen-doped chemical vapor deposition on micro-patterned substrate

慶大理工<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup> 五味朋寛<sup>1</sup>, 渡邊幸志<sup>2</sup>, 金子和樹<sup>1</sup>, 藤澤康二<sup>1</sup>, 梅澤仁<sup>2</sup>,  
鹿田真一<sup>2</sup>, 伊藤公平<sup>1</sup>, ○早瀬潤子<sup>1</sup>

Keio Univ.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, °Tomohiro Gomi<sup>1</sup>, Hideyuki Watanabe<sup>2</sup>, Kazuki Kaneko<sup>1</sup>, Koji Fujisawa<sup>1</sup>,  
Hitoshi Umezawa<sup>2</sup>, Shinichi Shikata<sup>2</sup>, Kohei M. Itoh<sup>1</sup>, Junko Ishi-Hayase<sup>1</sup>

E-mail: hayase@appi.keio.ac.jp

**【背景・目的】** ダイヤモンド中の窒素空孔中心 (NV 中心) は, 室温で安定に発光する色中心である. NV 中心の電子スピン状態は, 光による初期化や読み出しが可能であること, マイクロ波による操作が容易であることから, 室温動作する量子情報デバイスや超高感度磁場センサーへの応用が期待されている[1]. 特に我々のグループでは, NV 中心集合体を用いた磁場センサーの実現を目指している. 磁場センサーの感度を向上させるための重要な要素の一つとして, 均一な配向軸を有する NV 中心の生成が挙げられる. ここで配向軸とは, NV 中心を形成する窒素と空孔が並ぶ結晶軸を指し, NV 中心は 4 つの異なる配向軸を取り得ることが知られている. 最も広く用いられているイオン注入法では, 配向軸のランダムな NV 中心が生成されるため, 配向軸の均一化は困難である. 近年, マイクロ波プラズマ化学気相成長(CVD)法を用いることで, 配向軸を 2 種類まで限定することが可能であると報告されたが, 配向軸が 1 種類に均一化された NV 中心は未だ生成されていない. 本研究では, 微細加工したダイヤモンド基板上に窒素ドーブ CVD 法により NV 中心を生成することにより, 特定の配向軸を有する NV 中心を選択的に生成することに成功したので報告する.

**【実験】** 微細加工基板は, IIa ダイヤモンド基板(001)面上に, フォトリソグラフィとドライエッチングにより Line & Space(L/S)構造を施したものをを用いた. L/S 構造の設計は溝深さ 2  $\mu\text{m}$ , L/S=10/5  $\mu\text{m}$  である. 微細加工基板上に, 窒素ドーブを行いながら 500 nm のダイヤモンド薄膜を CVD 成長することで, 溝部分に高密度に NV 中心集合体を生成することができる(図(a)参照)[2]. 溝部分に生成された NV 中心集合体に対し, 外部磁場印加時の光検出磁気共鳴(ODMR)測定を行ない, 各配向軸を有する NV 中心の個数比を見積もった.

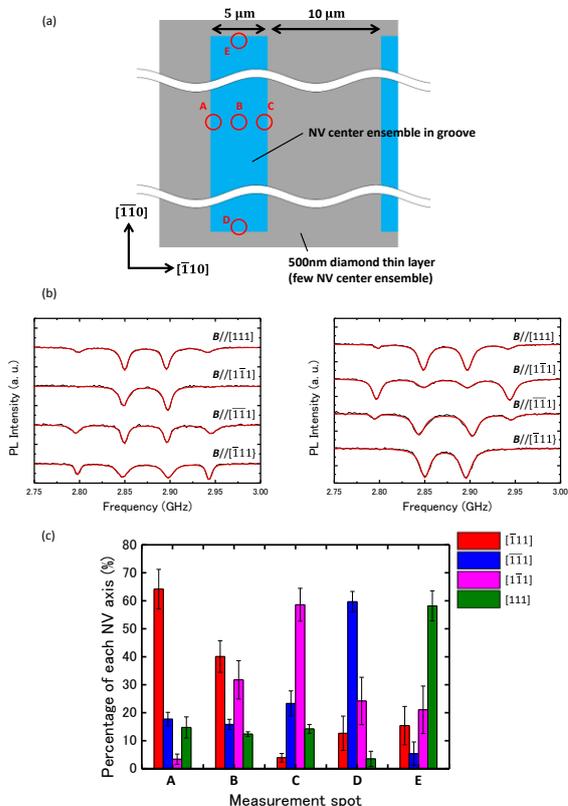
**【結果】** 図(b)左図および右図はそれぞれ溝の左端(A)と右端(C)において測定された ODMR スペクトルである. 観測された dip のエネルギーは, NV 中心電子スピンのゼーマン分裂に対応している. 分裂エネルギーが, 印加された外部磁場の配向軸射影成分により決定されること, 各 dip の深さは信号に寄与する NV 中心の個数を反映しているこ

とから, ODMR スペクトルを解析することにより, 各配向軸を有する NV 中心の個数比を見積もることができる. 異なる箇所(A~E)で測定された ODMR スペクトルから見積もられた各配向軸を有する NV 中心の割合をまとめたものを図(c)に示す. この結果, 特定の配向軸を有する NV 中心が 60 %程度の割合で選択的に優位に生成されること, 優位に生成される NV 中心の配向軸を生成箇所により選択できることがわかった. 発表では, 配向軸の選択成長のメカニズムについて詳しく議論する.

本研究の一部は, NEXT, FIRST, キヤノン財団, 文科省 project for developing innovation system の援助のもと行われた.

### Reference

- [1] K. Ohashi *et al.*, Nano Lett. **13**, 4733 (2013).  
[2] T. Gomi *et al.*, CLEO-PR, WII-3, Kyoto, Japan (2013).



図(a)サンプル構造の模式図と ODMR 測定箇所 (b) 異なる外部磁場印加方向に対する ODMR スペクトル. (左)スポット A (右)スポット C で測定した結果. (c)各配向軸を有する NV 中心個数比の測定箇所(A~E)による違い.