

微細加工基板上に生成した ダイヤモンド中NV中心の特性評価

Property of Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond
Created on Micropatterned Substrate

慶大理工¹, 産総研², 情報通信研究機構³

○藤田留士郎¹, 花野郁也¹, 渡邊幸志², 赤羽浩一³, 早瀬潤子¹

Keio Univ.¹, AIST², NICT³, °Ryushiro Fujita¹, Ikuya Hanano¹, Hideyuki Watanabe², Kouichi Akahane³,
and Junko Ishi-Hayase¹

E-mail: sirou@keio.jp

【背景・目的】ダイヤモンド中窒素空孔中心(NV 中心)は、優れたコヒーレンス特性を有することから、量子センサや量子情報素子への応用が期待されている。我々の研究グループではセンシングに適した NV 中心の作製法の候補として、微細加工を施した(001)ダイヤモンド基板上に窒素ドーピング CVD 法を施す作製法を提案している^[1]。同作製法において NV 中心の生成位置・配向の同時制御に成功し、制御メカニズムと溝内に生じるローカルファセットに相関があることを前回までに報告した。本発表では、作製条件の異なるサンプルでより詳細に測定を行い、同作製法によって作製した NV 中心の特性が溝形状や成長条件にどのように依存するか調べたので報告する。

【実験方法】集束イオンビーム装置を用いて(001)ダイヤモンド基板に溝加工を施した。溝幅は 5 ~ 20 μm 、深さは 0.3 ~ 10 μm の範囲で変化させた。微細加工を施した後、窒素ドーピング CVD 法で厚さ 500 nm のダイヤモンド薄膜を成長した。成長条件の影響を調べるために、成長ガス中の [N/C] を 1.75 %、6 %、15 % と変化させ 3 種類のサンプルを作製した。成長の際、¹³C 核スピンを排除するために、[¹²C]=99.999%に同位体制御を行なった。作製したサンプルに対し発光、光検出磁気共鳴 (ODMR) 及びスピンエコー測定を行なった。

【実験結果】代表的な結果として [N/C]=1.75 %、溝幅 10 μm のサンプルにおける溝依存性を示す(図 1)。溝が深くなるほど発光強度が増大し、2 μm 以上で飽和する傾向にあること、他の不純物発光が増大することが分かった。一方、溝内の最大発光点におけるコヒーレンス時間 T_2 の変化は観測されなかった(図 1(b))。このことからローカルファセットの生成や成長量は溝の幅に対する深さに依存し、デコヒーレンス源である窒素の取り込み量には溝ごとに大きな差はないと考えられる。また、幅 20 μm 、深さ 1.4 μm の溝において NV 中心の特性の [N/C] 依存性を調べた。[N/C] を大きくすることで、密度は 2 倍程度増大したが、 T_2 に関しては 1/4 程度まで減少してしまった(図 2(a))。結果として、センシング感度のパラメーターである密度と T_2 の積に関しては [N/C]=1.75 % の時に最大となった(図 2(b))。このことは [N/C] の増大により成長中に取り込まれた窒素量は増大するが、NV 中心への変換効率が上がらないことを示唆している。発表では、これらの結果に関してより詳細に考察を行う。

本研究の一部は、科研費 (15H05868, 26220602, 50392684, 50342746) および先端光量子科学アライアンス, Spin-RNJ の支援を受けて行なわれた。また使用したダイヤモンドサンプルは、NICT 先端 ICT デバイスラボの協力の下作製した。

[1] H. Watanabe, *et al.*, *IEEE Transactions on Nanotechnology*, **15**, 614 (2016).

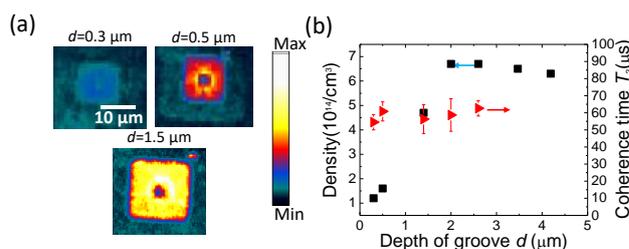


図 1. NV センター特性の溝深さ d 依存性

(a) 発光マッピング像
(b) 密度、 T_2 vs. 溝深さ d

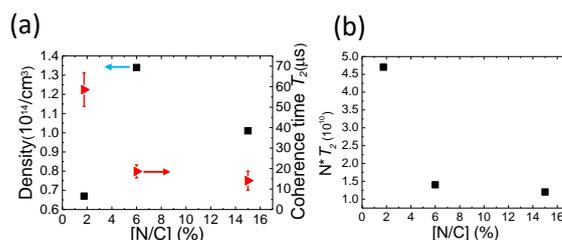


図 2. NV センター特性の成長条件依存性

(a) 密度、 T_2 vs. [N/C]
(b) 密度 $\times T_2$ vs. [N/C]