

## 磁気センサー応用に向けた単一の NV センターの作製と状態の評価

### Fabrication and evaluation of single NV center for magnetometry

○山野颯<sup>1</sup>, 加藤かなみ<sup>1</sup>, 蔭浦泰資<sup>1</sup>, 稲葉優文<sup>1</sup>, 東又格<sup>1</sup>, 小池悟大<sup>1</sup>, 春山盛善<sup>2,4</sup>,  
谷井孝至<sup>1</sup>, 小野田忍<sup>2</sup>, 寺地徳之<sup>3</sup>, 加田渉<sup>4</sup>, 花泉修<sup>4</sup>, 磯谷順一<sup>5</sup>, 川原田洋<sup>1</sup>

(1. 早稲田大学, 2. 原子力機構, 3. 物材機構, 4. 群馬大学, 5. 筑波大学)

○H. Yamano<sup>1</sup>, K. Kato<sup>1</sup>, T. Kageura<sup>1</sup>, M. Inaba<sup>1</sup>, I. Higashimata<sup>1</sup>, G. Koike<sup>1</sup>, M. Haruyama<sup>2,4</sup>,  
T. Tani<sup>1</sup>, S. Onoda<sup>2</sup>, T. Teraji<sup>3</sup>, W. Kada<sup>4</sup>, O. Hanaizumi<sup>4</sup>, J. Isoya<sup>5</sup>, H. Kawarada<sup>1</sup>

(1. Waseda University, 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. National Institute for Materials Science,  
4. Gunma University, 5. University of Tsukuba)

E-mail: iwbn-np@suou.waseda.jp

ダイヤモンド中の NV センターは、高感度磁気センサーとしての応用が期待されており、単一の NV センターを用いた、ダイヤモンド基板外部の核スピン<sup>[1]</sup>や電子スピン<sup>[2]</sup>の検出が報告されている。検出対象のスピンからの磁場は、NV センターとの距離  $r$  に対し、 $1/r^3$  となるため、ダイヤモンド基板の表面近傍に NV センターを形成する必要がある。表面近傍の NV センターは、深い位置の NV センターと比較して、電荷状態（負に帯電した状態）が不安定であること、コヒーレンス時間  $T_2$  が短い（磁場感度の低下）こと、また、低エネルギーでのイオン注入により NV センターを形成する場合には、収率が低いことなど<sup>[3],[4]</sup>が報告されており、本研究においても同様の傾向を確認している。磁気センサーとしての応用に向けては、上記のような問題を改善し、状態の良い NV センターを再現性良く形成することが必要になる。

表面近傍に NV センターを形成し、その状態を評価するため、不純物窒素濃度のきわめて低い (<1ppb) <sup>12</sup>C 濃縮 CVD ダイヤモンド層<sup>[5]</sup>に、<sup>15</sup>N<sup>+</sup>イオンを 10keV 以下の低エネルギーで注入し、CFM 測定及び ODMR 測定を行った。加速エネルギーの異なる 3 条件 (3, 6.5, 10keV : SRIM による <sup>15</sup>N<sup>+</sup>の注入深さのシミュレーションで約 5, 10, 15nm に相当) での Hahn echo 測定の結果を比較すると、 $T_2$  の値はエネルギーが小さくなるほど低下する傾向が得られ、10keV 以下の低エネルギーイオン注入により NV センターを形成した他のグループからの報告例<sup>[6],[7]</sup>と同程度またはより良い結果が得られている。 $T_2$  の値にはばらつきが見られるのは、同じエネルギーでも窒素イオンの注入深さに広がりがあるためと考えられ、深さ方向の分布は SRIM<sup>[8]</sup>によるシミュレーション結果からも確認される。

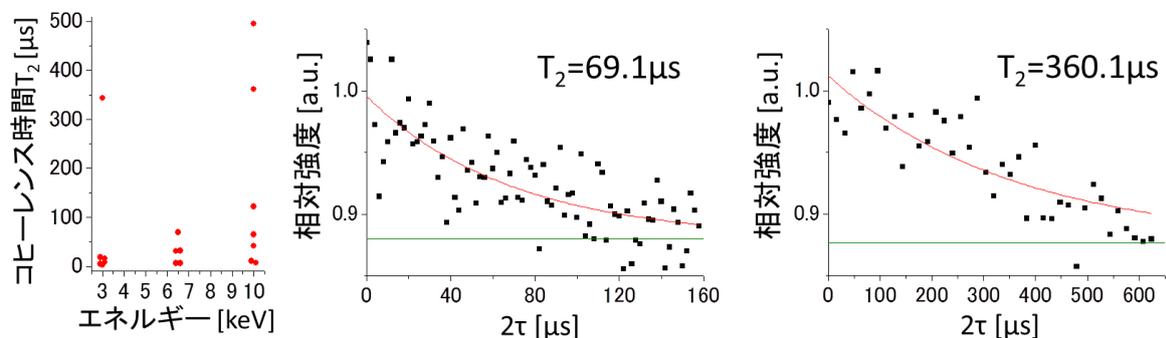


図1. 注入エネルギーと $T_2$ の関係 図2. 6.5keV(~10nm)領域の測定例 図3. 10keV(~15nm)領域の測定例

[謝辞]本研究は日本学術振興会の支援（基盤研究(S)26220903 及び基盤研究(B)15H03980）の助成により行われた。

[1] T. Staudacher et al., Science 339, 561 (2013).

[2] F. Shi et al., Science 347, 1135 (2015).

[3] R. Schirhagl et al., Annu. Rev. Phys. Chem. 65, 83 (2014).

[4] S. Pezzagna et al., New. J. Phys. 12, 065017 (2010).

[5] T. Teraji, J. Appl. Phys. 118, 115304 (2015).

[6] T. Staudacher et al., Appl. Phys. Lett. 101, 212401 (2012).

[7] M. Kim et al., Appl. Phys. Lett. 105, 042406 (2014).

[8] J. F. Ziegler et al., SRIM the stopping and range of ions in matter, SRIM co. (2008).