

イオン注入法によって作製した NV センター近傍の欠陥の ナノスケール磁気共鳴測定

Nanoscale Magnetic Resonance Measurement of Defects near NV Center

Created by Ion Implantation

群馬大¹、量研機構²、筑波大³、物材機構⁴、早大⁵

○(D)春山 盛善^{1,2}、小野田 忍²、加田 渉¹、磯谷 順一³、寺地 徳之⁴、
山野 颯⁵、川原田 洋⁵、大島 武²、花泉 修¹

Gunma University¹, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology²,

University of Tsukuba³, National Institute for Materials Science⁴, Waseda University⁵

Moriyoshi Haruyama^{1,2}, Shinobu Onoda², Wataru Kada¹, Junichi Isoya³, Tokuyuki Teraji⁴,

Hayate Yamano⁵, Hiroshi Kawarada⁵, Takeshi Ohshima², Osamu Hanaizumi¹

E-mail: t162d002@gunma-u.ac.jp

【はじめに】

ダイヤモンド中の NV (窒素空孔) センターは、その優れた磁気光学特性から量子コンピューターや量子センサーとしての応用が期待されている。このような応用のために、NV センターを任意の位置、深さに形成することが可能な窒素 (N) イオン注入法が有用である。N イオンをダイヤモンドに対して照射すると、N 原子と共に多量の原子空孔が形成される。その際、導入された N 原子や原子空孔は、NV センターを形成する以外にも結晶中に残留し NV センターのスピン特性を乱す要因となる。そのため、NV センターのスピン特性向上のためにはイオン注入法によって形成された NV センターの周囲にデコヒーレンスの要因となる欠陥がどの程度存在するかを調べることは重要な課題である。そこで、本研究ではイオン注入法を用いて形成した NV センター近傍の欠陥を FID (自由誘導減衰) 法や T1 (スピン-格子緩和時間) の磁場依存性測定⁽¹⁾等のパルス ODMR (光検出磁気共鳴) 法を用いて測定した結果について報告する。

【実験及び結果】

試料として Ib 型及び IIa 型単結晶ダイヤモンドを用いる。試料にイオン注入を行った後、高温熱処理を施し、NV センターを形成する。その後、NV センターの T1 を測定し、NV センターの周囲にナノメートルオーダーで分布する欠陥を評価した。本測定手法の原理は NV センターの電子スピンのエネルギー準位差と周囲の電子スピンのエネルギー準位差とが一致した時に、2つの電子スピン間でエネルギー遷移が起き、T1 が減少することに基づいている。

ダイヤモンドの格子位置を置換した N 原子 (P1 センター) が存在すれば、イオン注入起因の欠陥と同様に NV センターをプローブとして検出することが可能である。我々は、始めに、NV センター近傍の P1 センターの同定実験を行った。P1 センターの場合は 530 G の静磁場を印加したときに NV センターの電子スピンの準位差と P1 センターの電子スピンの準位差とが一致すると計算により求めることができる。NV センターと P1 センターが共鳴する条件 (530 G) と共鳴しない条件 (561 G) において T1 測定を行った結果を図 1 に示す。同図より、561 G に比べて、530 G では蛍光強度がより速く減少する結果が得られ、観測した NV センターの近傍に P1 センターが存在することが示唆された。発表では、磁場掃引を行うことによって P1 センター以外の欠陥を検出した欠陥について報告する。

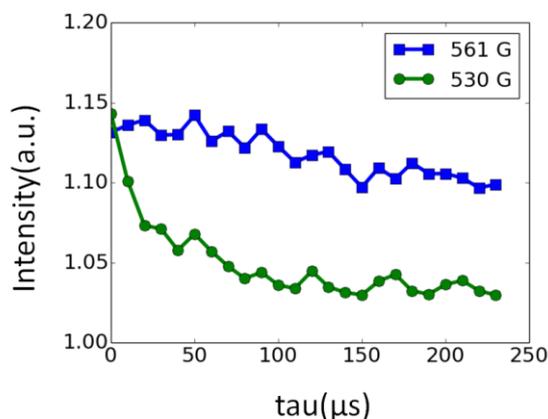


Fig.1 Result of T1 relaxation measurements on P1 resonance (530 G) and off resonance (561 G).

【参考文献】(1)D. A. Wood *et al.*, Phys. Rev. B 94, 155402 (2016)

【謝辞】本研究の一部は科研費・基盤(A) 26246001 および基盤(S)26220903 により実施されました。CFM 装置の立ち上げにご協力いただいた、Ulm 大学の Liam P. McGuinness 博士および Fedor Jelezko 教授に感謝いたします。