

走査ダイヤモンド NV 中心プローブ顕微鏡の開発

○安 東秀^{1*}¹ 北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科

Development of scanning diamond NV center probe microscopy

○Toshu An¹¹ Japan Advanced Institute of Science and Technology

1. はじめに

ダイヤモンド中の不純物窒素と炭素欠陥のペア構造である窒素-空孔複合体中心 (NV 中心) は、2 電子系が誘起する三重項 (スピン 1) 量子状態を有する。室温・大気中においてこの三重項量子状態を光学的磁気共鳴法 (ODMR) により単一 NV 中心の感度で計測可能なことが示されて以来¹⁾、NV 中心を用いた量子計測・センシングの研究が注目を集めている^{2,3)}。

その中でも NV 中心を含有するダイヤモンドを原子間力顕微鏡 (AFM) の走査プローブ顕微鏡先端に取り付けて走査することにより、量子状態をナノスケールで計測・イメージング可能な走査プローブ顕微鏡を実現できる⁴⁾。この走査 NV 中心顕微鏡の開発は、複数、或いは単一の NV 中心を含有するダイヤモンドプローブを作成することが鍵であり、これまでに、ナノダイヤモンド、バルクダイヤモンドへのフォトリソグラフィと電子線リソグラフィ等を用いて開発されてきた⁵⁾。最近では、市販の走査ダイヤモンド NV 中心プローブの購入が可能であり⁶⁾、一般のユーザーでも研究を始められる状況になりつつある。

我々は、レーザーによるダイヤモンドカッティングと集束イオンビーム (FIB) を用いた方法でダイヤモンド NV 中心プローブを作製した。今回、これを用いた磁性体上の磁気ドメインからの漏洩磁場イメージング⁷⁾、と今後の量子計測・イメージングの展望について紹介する⁸⁻⁹⁾。

2. 実験結果

Fig.1(a)に示すように複数の NV 中心を含有するダイヤモンド NV 中心プローブを水晶振動子型の原子間力顕微鏡先端に取り付けた。この際に、ダイヤモンドプローブ先端は FIB により先鋭化されている (Fig.1(b))。NV 中心プローブを共焦点光学系と複合化することに

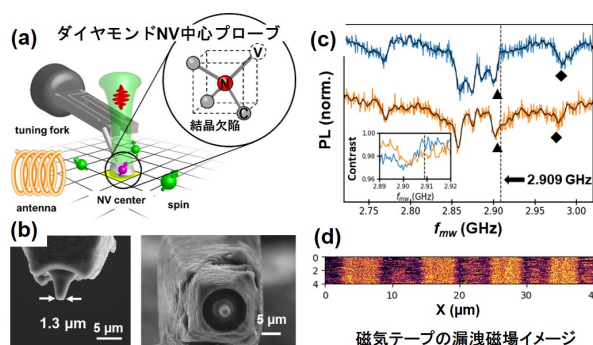


Fig. 1. (a)走査ダイヤモンド NV 中心プローブ、(b)SEM 像、磁気テープ上の異なる 2 点での ODMR スペクトル (c)と磁気ドメイン像

より NV 中心からの蛍光計測とプローブの走査を同期して ODMR 信号 (Fig.1(c)) の 2 次元マッピングを取得した。これらの ODMR 信号の固定マイクロ波印加周波数の蛍光強度をイメージングしたものが Fig.1(d)である。この結果は、磁性体試料 (周期的信号が録音された磁気テープ) からの磁気構造の周期構造を反映している。

文 献

- 1) Gruber A, et al., Science, 276, 1212 (1997).
- 2) R. Schirhagl, et al., Annu. Rev. Phys. Chem., 65, 83 (2014).
- 3) 水落憲和「NV 中心の物理と応用への魅力」応用物理, 87, 251(2018).
- 4) F. Casola, et al., Nature Reviews Materials, 3, 17088 (2018).
- 5) T. X. Zhou, et al., Appl. Phys. Lett. 111, 163103 (2017).
- 6) <https://qnamichi.com/>, <https://qzabre.com/> (最終アクセス 2021 年 9 月 2 日)
- 7) 貝沼雄太、他、第 82 回応用物理学会秋季学術講演会, 12a-S301-9 (2021).
- 8) D. Kikuchi, et al., Applied Physics Express, 10, 103004 (2017).
- 9) D. Prananto, et al., arXiv:2007.13433

*E-mail: toshuan@jaist.ac.jp