

液中で動作する走査ダイヤモンド NV 中心プローブ顕微鏡の開発

Development of a scanning diamond NV-center probe microscope working in liquid phase

北陸先端大¹, アダマンド並木精密宝石株式会社² (M2) 野田 かさね¹, (M2) 館岡 千椰佳¹,

(D) 貝沼 雄太¹, 林 都隆¹, 金 聖祐², 小山 浩司², 安 東秀¹

JAIST¹, Adamant Namiki Precision Jewel Co., Ltd.², [○]Kasane Noda¹, Chiyaka Tachioka¹,

Yuta Kainuma¹, Kunitaka Hayashi¹, Seong-Woo Kim², Koji Koyama², Toshu An¹

E-mail: s2010145@jaist.ac.jp

これまでに NMR(Nuclear Magnetic Resonance) 計測によるバイオセンシングは ¹H 核スピンをプローブとして研究発展してきたが、偏極率が極端に低く高感度化が求められている。近年、ダイヤモンド中の NV(Nitrogen-Vacancy) 中心を利用したバイオセンシングへの応用が期待されている。NV 中心が室温および液中・大気中で光学的に磁気共鳴を検出でき、周辺環境の変化を敏感かつ局所に検出できるためである [1]。先行研究では、ダイヤモンド表面下に NV 中心を形成させたダイヤモンド基板を用いた NV-NMR 計測により、プロトン検出感度 10 p mol/ $\sqrt{\text{Hz}}$ が達成された [2]。

本研究では、表面付近に NV 中心を含有したマイクロダイヤモンドをプローブとする走査プローブ顕微鏡 [3] と液中観察が可能なサンプルホルダーを開発し、将来 NV-NMR による局所バイオイメーキングの実現を目指す。音叉型水晶振動子 AFM(Atomic Force Microscope) のタングステン線プローブ (直径 100 μm , 先端を電解研磨, 長さ 4 – 5 mm) を大気中と 1M 塩化カリウム (KCl) 溶液に浸した際の水晶振動子の共振周波数スペクトルを得た [4](Fig. 1(a))。Q 値 (大気中:651) は、KCl 水溶液中では 236 まで低下した。次に、タングステン線プローブにより KCl 水溶液中 (Fig. 1(b)) で CD(Compact Disk) 表面を AFM 走査してトポグラフィ像を得た。走査ダイヤモンド NV 中心プローブは、イオン注入法により複数の NV 中心を形成させたダイヤモンドピラーを用い、タングステン線プローブ先端にエポキシ系接着剤により接着した。並行して、共焦点レーザー顕微鏡にガルバノミラーを実装し、NV 中心プローブから蛍光画像と光学的磁気共鳴スペクトル (ODMR) 計測した (大気中, Fig. 1(c), (d))。今後、液中下で ODMR と AFM の同時観察を行う。

参考文献

- [1] R.Schirhagl, et al. Annu. Rev. Phys. Chem. 2014. **65**:83-105
- [2] D. B. Bucher, et al. Phys. Rev. X **10**, 021053 (2020)
- [3] Y. Kainuma, et al. J. Appl. Phys. **130**, 243903 (2021)
- [4] T. Ichi, et al. Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 08KB08

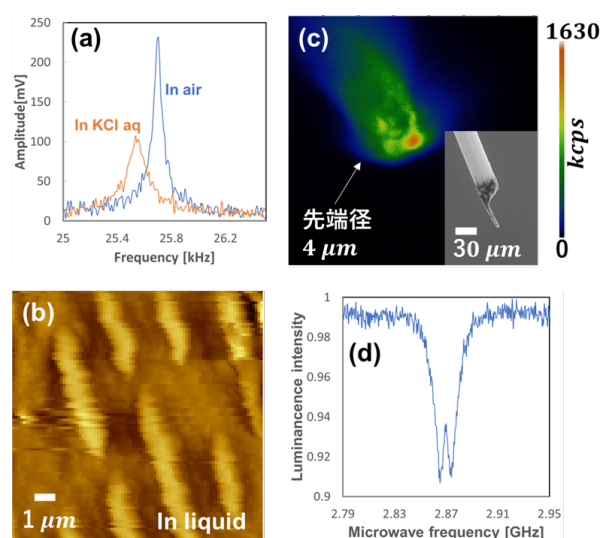


Fig. 1: (a) Resonance frequency spectrum of the tuning fork in air and KCl aqueous solution. (b) AFM image of CD surface in KCl aqueous solution. PL image (c) and ODMR signal (d) from NV probe in air condition.