

ラット脳磁検出に向けた高感度ダイヤモンド量子センサシステムの構築

Developing a sensitive diamond quantum sensor system

for detecting the brain magnetic field of a living rat

東工大¹, 東大², NIMS³, QST⁴, °吉村 厚美¹, 関口 直太¹, 伏見 幹史², 北田 純大¹,

眞榮 力³, 宮川 仁³, 谷口 尚³, 寺地 徳之³, 小野田 忍⁴, 大島 武⁴,

関野 正樹², 岩崎 孝之¹, 波多野 睦子¹

Tokyo Tech.¹, Univ. of Tokyo², NIMS³, QST⁴, °Atsumi Yoshimura¹, Naota Sekiguchi¹, Motofumi

Fushimi², Atsuhiko Kitada¹, Chikara Shinei³, Masashi Miyakawa³, Takashi Taniguchi³,

Tokuyuki Teraji³, Shinobu Onoda⁴, Takeshi Ohshima⁴, Masaki Sekino², Takayuki Iwasaki¹,

Mutsuko Hatano¹

E-mail: yoshimura.a.ac@m.titech.ac.jp

ダイヤモンド中の窒素－空孔（NV）中心を利用したダイヤモンド量子センサは微小磁場を室温で測定が可能のほか空間分解能も高いという利点があり、生体磁場測定への応用に向けた研究が盛んに行われている[1, 2]。特に脳磁の測定は医療診断や脳機能の理解といった応用で極めて重要である。しかし、磁場感度は脳磁の測定にまだ十分でなく、さらなる高感度化が求められており、さらに実際の生体磁場測定に適した系の開発も課題である。本研究では、ラット脳磁検出を目標に、生きているラットの頭に近づけられる非侵襲で高感度なダイヤモンド量子センサを開発した。

Figure 1 に測定系の模式図を示す。NV 中心を含む HPHT ダイヤモンド[3]を麻酔をかけたラットの頭上に設置し、532 nm のレーザー光を入射しダイヤモンドからの蛍光を PD に集光した。レーザー光を参照用 PD_{ref}に入力し、蛍光用 PD との出力電流の差分をとって光強度ノイズを低減した。

実際の生体測定ではラットに刺激を与えて脳磁を誘発し、刺激に合わせて信号を積算する。誘発脳磁の帯域である数 Hz から数十 Hz において、ラットがいない状態ではあるが 30 pT Hz^{-1/2} より高い磁場感度を得た(Fig. 2)。30 から 80 Hz では 17 pT Hz^{-1/2} のノイズフロアである。誘発脳磁はセンサ位置で 1 から 10 pT と見積もられ、2 Hz の刺激に誘発された 10 pT の磁場であれば帯域 50 Hz にて約 1 分の積算で検出可能と見込まれる。本研究は文部科学省光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）JPMXS0118067395 および JPMXS0118068379 の助成を受けたものである。

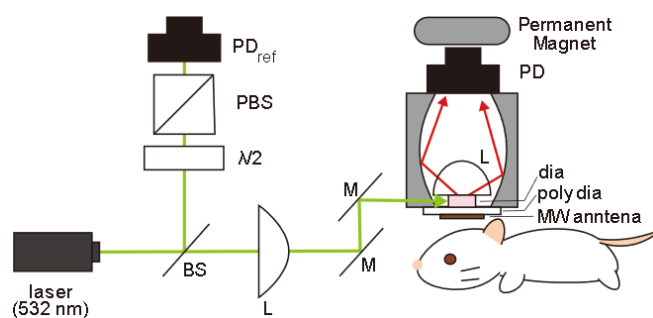


Fig. 1 Diamond quantum sensor system.

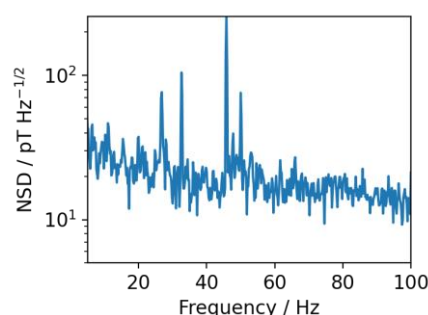


Fig. 2 Noise spectrum.

[1] J. F. Barry *et al.*, Proc. Natl. Acad. Sci. **113**, 14133 (2016). [2] K. Arai *et al.*, Comm. Phys. **5**, 200 (2022).

[3] M. Miyakawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **61**, 045507 (2022).