

生体磁気計測に向けたダイヤモンド量子センサの高感度化

Improvement of sensitivity of diamond quantum sensor for bio-magnetic measurement

東工大¹, JST さきがけ², ○松木 亮磨¹, 荒井慧吾^{1,2}, 梶山健一¹, 岩崎孝之¹, 波多野睦子¹

Tokyo Tech¹, JST PRESTO², ○Ryoma Matsuki¹, Keigo Arai^{1,2}, Kenichi Kajiyama¹, Takayuki

Iwasaki¹, Mutsuko Hatano¹

E-mail: matsuki.r.aa@m.titech.ac.jp

Introduction

生体磁気計測は非侵襲的に心臓や脳の電気活動を測定する方法で、心疾患や脳卒中などの病気の早期発見や治療への応用が期待される。生体磁気計測に用いられる高感度磁気センサには SQUID や OPM があるが、極低温や高温の動作環境を要するため測定距離が大きくなり、空間分解能が低くなるという問題がある。常温動作が可能で高い空間分解能を有する磁気センサとして、ダイヤモンド中の窒素-空孔(NV)センタを用いたダイヤモンド量子センサがあるが、感度は既存の磁気センサに及ばない。ダイヤモンド量子センサを用いた生体磁気計測へ向け、我々はこれまでにセンサの感度向上に取り組み、ラットの生体磁気計測に適したシステムを構築し、mm スケールの心磁イメージングを実証した^[1]。今回、ダイヤモンド量子センサを用いた脳磁測定に向け、さらに高感度化した結果を報告する。

Method

Fig.1 に実験系の概略図と写真を示す。本研究では磁気シールド内の部品(支柱、Z ステージ)の非磁性化およびレーザ光強度とマイクロ波強度の増大を実施し、磁気感度を比較した。

Result

Fig.2 に改善前および各施策実施後の磁気感度を示す。非磁性化の実施後、低周波領域の磁気感度が低減した。この結果から、低周波領域のノイズは磁性をもった部品がレーザの冷却ポンプの振動などによって振動し、NV センタの共鳴周波数を変動させていたことが原因であると考えられる。レーザ光強度とマイクロ波強度の増大後、ロックイン検出後の CW-ODMR スペクトルの共鳴周波数での傾きが 2 倍程度増加し、感度(ノイズフロア)は $64\text{pT}/\sqrt{\text{Hz}}$ まで改善した。

Acknowledgements

本研究は MEXT Q-LEAP Grant Number JPMXS0118067395 の助成を受けたものです。

Reference

[1] K.Arai et al., arxiv:2105.11676(2021)

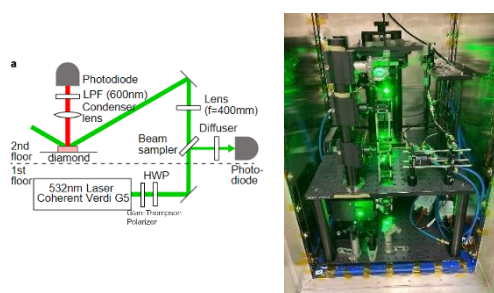


Fig.1 (a) Schematic of optical system, (b) Photo of optical system

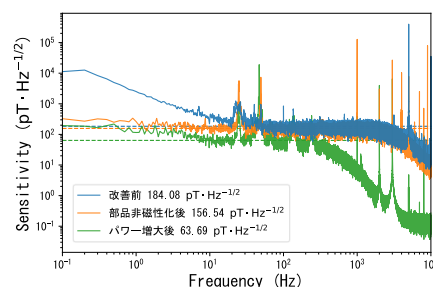


Fig.2 Magnetic sensitivity. The blue line is before improvement, the orange line is after optical components became non-magnetic, the green line is after increasing laser and MW power.