ダイヤモンドNV量子センサのバイオ・医療応用へ向けて

Toward biomedical applications of diamond NV quantum sensors

東大工[1]，東北大工[2]，豊技大[3]，東工大[4]　○関野 正樹[1]，伏見 幹史[1]，桑波田 晃弘[1,2]，
八井 崇[1,3]，荒井 慧悟[4]，岩崎 孝之[4]，波多野 睦子[4]

Univ. of Tokyo[1], Tohoku Univ.[2], TUT[3], Tokyo Tech.[4], ○Masaki Sekino[1], Motofumi Fushimi[1],
Akihiro Kuwahata[1,2], Takashi Yatsui[1,3], Keigo Arai[4], Takayuki Iwasaki[4], Mutsuko Hatano[4]

E-mail: sekino@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

近年の人工知能の飛躍的発展や第 5 世代移動通信システムの整備などの情報通信技術の進歩に伴い、生体データを日常生活の中で取得するためのセンサ技術への関心も高まっている。さらに新型コロナウイルス感染症に起因する医療資源の不足を解消する観点から、遠隔医療の必要性が認識され、従来は病院で行われていた検査や機能評価を家庭で実施するための技術開発も求められている。磁気センサを用いると、神経や筋肉などの活動を高い時間分解能で取得することができる。また、生体の透磁率は真空の値とほぼ等しいため、磁気センシングは媒質の影響を受けにくく、体内の電流を推定する精度が劣化しにくいことや、センサと生体とが密着する必要が無いこと、着衣や頭髪の上からでも測定できることなどの特徴がある。これらの特徴は、リアルワールドでの生体情報取得において、大きなメリットとなる。

生体計測用の高感度磁気センサは、最近 10 年間で大きく進歩し、それ以前は超伝導量子干渉計(SQUID)の独壇場であったのに対して、冷媒を必要としない小型のセンサを用いて心臓や神経から生じる磁場の研究に成功した例が次々に報告されている。中でもダイヤモンド NV 量子センサは、室温で動作し、ナノスケールまで小型化が可能であり、ダイナミックレンジが高く、固体であるため集積化に適するなど、多くの利点を有する。我々は、文部科学省・科学技術振興機構の委託による光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)(JPMXS0118067395)を通じて、ダイヤモンド NV 量子センサのバイオ・医療応用を探索している。本発表では、生体計測の事例を紹介しながら、ダイヤモンドNV量子センサのポテンシャルについて論ずる。

第一の事例として、がんの転移診断への応用を示した[1]。がんの病巣へ磁性ナノ粒子を投与して、それがリンパ流によって移動する様子を観察すると、がん細胞が転移する経路を特定することができる。ここでは体内へ投与した微量の磁性ナノ粒子を、ダイヤモンド NV 量子センサを搭載した手持ち式デバイスによって検出できることを示した。また第二の事例として、ラットの心磁図の測定を行った[2]。センサを心臓へ接近させられる特徴を活かして、世界で初めてミリメートルスケールでの心磁図の取得に成功した。

[1] Kuwahata, et al. Magnetometer with nitrogen-vacancy center in a bulk diamond for detecting magnetic nanoparticles in biomedical applications, Scientific Reports, vol. 10, pp. 2483, 2020.

[2] K. Arai, et al. Millimetre-scale magnetocardiography of living rats using a solid-state quantum sensor, arXiv:2105.11676.

© 2022年 応用物理学会