

## ワイドギャップ半導体を用いた固体量子センサの展望

### Wide gap semiconductors for quantum sensing

東工大<sup>1</sup>, QST<sup>2</sup>      ○波多野 睦子<sup>1,2</sup>, 酒井 忠司<sup>1</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, QST<sup>2</sup>      ○Mutsuko Hatano<sup>1,2</sup>, Tadashi Sakai<sup>1</sup>

E-mail: [hatano.m.ab@m.titech.ac.jp](mailto:hatano.m.ab@m.titech.ac.jp)

Zoom のハシゴで集中力が散漫になり、妙な疲れが蓄積していく。ニューノーマルではより人間が重視され、行動や心の変化が技術革新をリードする時代になるであろう。そして視覚と聴覚だけでなく、それを司る脳や心のモニターが必要になり、高度なセンサの進化が重要となる。

ダイヤモンド中の NV センタ(窒素-空孔複合欠陥)に代表されるワイドギャップ半導体の発光センサにおいては、光検出磁気共鳴により常温大気中でスピンを操作・検出可能である<sup>1,2)</sup>。NV センタではワイドギャップ 5.27eV のほぼ中央に位置する準位にも由来して、スピンコヒーレンス時間が長いことが高感度化を可能とする<sup>3,4)</sup>。本講演では、NV センタの特異な物性、工学的な見地から感度向上に必要な材料、デバイス、量子プロトコルのコア技術を説明する。さらにはセンサの特長を活かした、バイオ・ヘルスケアから車載・産業応用までに至る応用の可能性を紹介する。

NV センタはアトミックスケールの構造であることから、対象はナノからミリメートル以上の領域まで、スケーラブルな高感度センサとして動作する。磁場に加えて温度・電場・圧力も計測可能なマルチモーダル性も有する。計測対象に合わせたセンサの最適な構造は、CVD 法や、イオン注入法、電子線照射等の半導体プロセス技術により実現される。応用としては、バイオ・ヘルスケア (Fig. 1), 堅牢性, 耐高温性(～300℃)を活かしたエネルギーデバイス計測(Fig. 2)が特に重要である。前者は NV センタのスケーラビリティを活用して、細胞・組織・生体の各レベルで階層的な診断が可能となる。エネルギーデバイスでは、磁場(電流), 温度の同時計測を活用して、高信頼性を実現可能となる。SiC 半導体中のシリコン空孔(V<sub>Si</sub>)もセンサとして期待される。

固体量子センサは可能性を検証している段階であり、社会や人へ役立つように進化させるには、レイヤ間連携と異分野融合を進めなければならない。本会固体量子センサ研究会に期待したい。

[謝辞] 本研究は、文科省光・量子飛躍フラグシッププログラム(Q-LEAP)JPMXS0118067395 の助成により推進されています。Q-LEAP, 東工大研究室のメンバの多大な協力により得られた成果です。

[参考文献] 1) A. Gruber et al., Science 276 (1997). 2) F. Jelezko et al., Phys. Rev. Lett. 92 (2004).

3) T. Wolf et al., Phys. Rev. X 5(2015). 4) J. F. Barry et al., PNAS 113, 49 (2016).

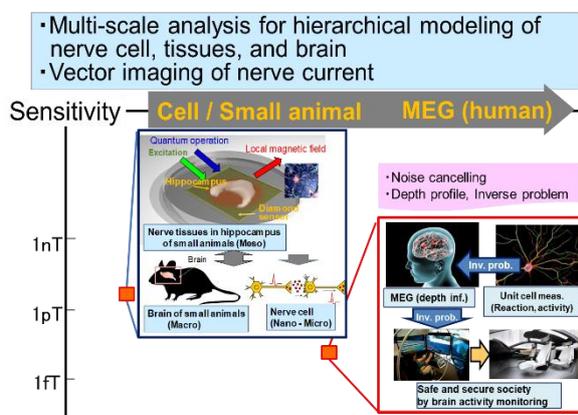


Fig. 1 Target-A: Healthcare and Io-nanoT

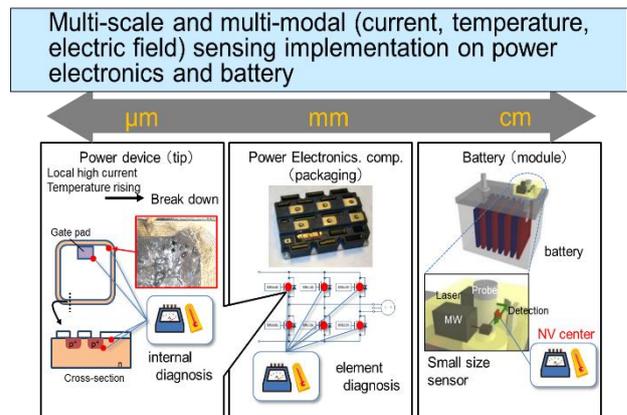


Fig. 2 Target-B: Energy electronics