ダイヤモンドエレクトロニクスにおけるプラズマプロセスの重要性

Plasma processing for diamond electronics

東工大 [1]

°波多野 睦子 [1], 岩崎 孝之 [1]

Tokyo Tech[1]

°M. Hatano[1], T. Iwasaki[1]

E-mail: hatano.m.ab@m.titech.ac.jp

ダイヤエレクトロニクスは、次世代パワーデバイスや従来のセンサを凌駕する量子センサとして期待されている。それらのキー技術は、マイクロ波プラズマ CVD 法によるダイヤの合成、及び ICP ドライエッチングによる加工であり、いずれもプラズマプロセスが重要である。本講演では、ダイヤ中の窒素-空孔(NV)センタを用いた量子センサにおいて、感度上重要なセンサ膜の合成を中心に紹介する。

NV センタは、室温・大気中においてもスピン緩和時間が長く（単一で ms)、光によるスピン状態の初期化、制御、検出が可能であり、磁場,温度,電場,歪などの量子センサとして新たな応用の可能性がある(Fig.1)。計測対象はタンパク質 などの構造解析に必要なナノスケール、細胞計測に必要なミクロンスケール、医用・食品・構造物の非侵襲計測に必要な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。窒素ドープ CVD 法はこれらのスケーラブルな計測対象に合わせ、ダイヤ中の NV センタの最適な構造を実現できる特長がある。具体的には、NV センタの数の制御（単一からアンサンブルまで)、膜厚の制御（表面数 nm からバルクまで)、大面積化が有効である（Fig.2)。本研究ではセンサ感度を目的として、NV センタの高密度化（信号強度向上）と NV 軸の高配向化（コントラスト向上）の両立 [1-3]、最表面形成による NMR 信号の取得 [4]、Si 基板上へのヘテロエピタキシャル成長による大面積化の技術 [5]を構築した。NV センタからの光検出効率向上も高感度化に有効である。ダイヤをドライエッチング法で柱状に加工することで集光率向上が確認されているが、エッチング時のダメージによるスピン緩和時間低減の課題が残る。プラズマプロセスのさらなる進化が求められる。

[謝辞]本研究は、(AIS)、京大との共同研究の成果であり、JST CREST (JPMJCR1333), MEXT Q-LEAP, CAO PRISM の支援を受けています。

[References] 1) T. Fukui, NM et al., APEX 7, 055201 (2014), 2)K. Tahara, TI, MH et al., APL 107, 193110 (2015), 3) H. Ozawa, MH, TI et al., APEX 10, 045501 (2017), 4) H. Ishiwata, TI, MH et al., APL (2017), 5)T. Suto, TI, MH et al., APL 110 (2017)

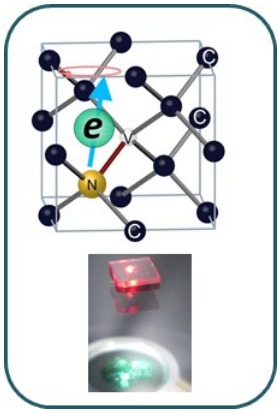

Fig.1 Structure of NV center in diamond

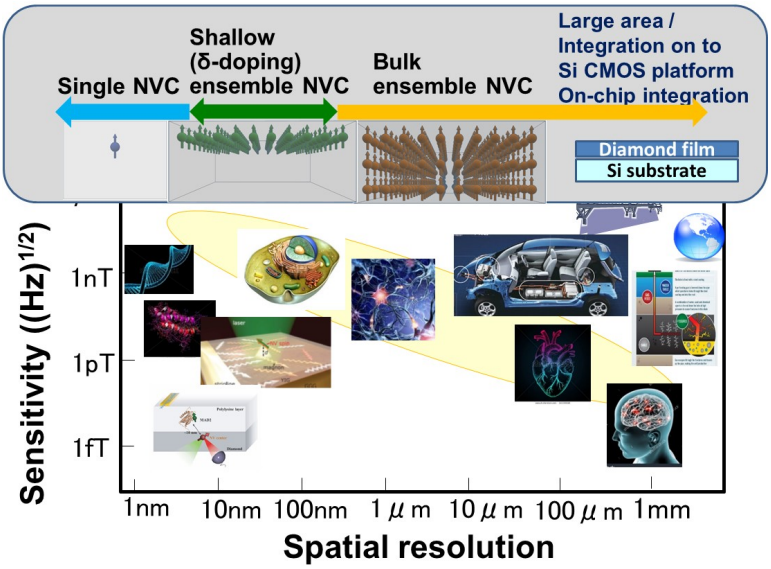

Fig.2 Plasma CVD technologies for scalable applications