２次元薄膜 h-BN のスピン欠陥形成及びその光学特性の測定

Generation of spin defects in h-BN and measurements of their optical properties

埼玉大 [1]，量研 [2]，NIMS[3]，東工大 [4]

○(M1)鈴木 哲太 [1,2]，山崎 雄一 [2]，谷口 尚 [3]，渡邊 賢司 [3]，松下 雄一郎 [4]

針井 一哉 [2]，圓谷 志郎 [2]，増山 雄太 [2]，土方 泰斗 [1]，大島 武 [2]

Saitama Univ[1], QST[2], NIMS[3], Tokyo Tech[4]

°Tetta Suzuki[1, 2], Yuichi Yamazaki[2], Takashi Taniguchi[3], Kenji Watanabe[3], Yuichiro Matsushita[4]

Kazuya Harii[2], Shiro Entani[2], Yuta Masuyama[2], Yasuto Hijikata[1], Takeshi Ohshima[2]

E-mail: t.suzuki.838@ms.saitama-u.ac.jp

【はじめに】ダイヤモンド窒素-空孔複合欠陥(NV センタ)や SiC シリコン空孔に代表されるワイドギャップ半導体中のスピン欠陥を利用した量子センサに関する研究が盛んに行われている。センサ-測定対象物間の距離はセンサ感度に直結する重要な要素である。しかし、従来の３次元材料では、表面近傍にスピン欠陥を形成してもバンドベンディングの影響によってその荷電状態が変化してしまい、スピン欠陥として機能しなくなってしまう。そこで、２次元物質である六方晶窒化ホウ素(h-BN)中のスピン欠陥に着目した[1,2]。h-BN の２次元性は超近距離のセンシングを可能にし、これにより飛躍的な感度の向上が期待できる。本研究では、h-BN が量子センシング応用のための有望な候補であることを示すために、イオン照射によるホウ素空孔欠陥(V_B)の形成とその光学特性の測定を行った。

【実験】テープ転写法を用いて SiO_2/Si 基板上に形成した h-BN 薄膜欠片を試料として用いた。40keV-N_2 イオンを照射量 1×10^{14}~10^{17} [cm^{-2}]の範囲で照射することで V_B 形成を行った。その後、顕微フォトルミネッセンス(PL)測定装置(励起レーザー波長 : 532nm)を用いた PL 測定を行なった。ロックイン測定と同等のデジタル検出手法を用いた光検出磁気共鳴(ODMR)測定を行い、スピン操作・読み出しを試みた。

【結果】PL 測定により、照射量 1×10^{14}~10^{16} [cm^{-2}]の試料から波長 700-900nm に V_B に起因する発光ピークが確認された。最大の発光を示した照射量 1×10^{15} [cm^{-2}]の試料を用いて得た ODMR スペクトルの磁場依存性を図に示す。3.46GHz を中心とする 2 本の ODMR 信号とその外部磁場による分裂を観測した(振幅の絶対値を取得しているため、凸形状となっている)。この結果は２次元物質の量子センシング応用可能性を示している。

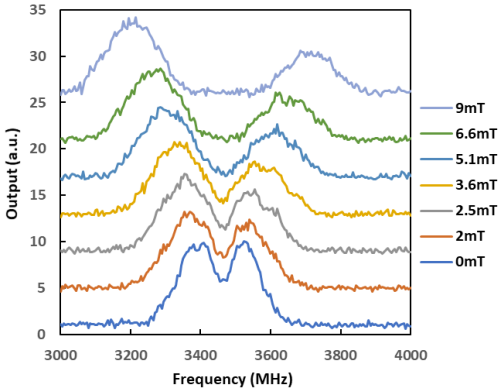

Fig. 1. ODMR spectrum measured at magnetic field B=0~9mT.

【謝辞】本研究は科研費(20K05352)及び QST 創成的研究の助成を受けたものである。

【参考文献】[1] A.Gottsholl et al., Nat Mater. 19, 540 (2020). [2] M.Kianinia et al., ACS Photonics. 7, 2147 (2020).