

六方晶窒化ホウ素中のスピン欠陥の光検出磁気共鳴評価

Optically detected magnetic resonance of spin defects in hexagonal boron nitride

量研 ○山崎 雄一

QST ○Yuichi Yamazaki

E-mail: yamazaki.yuichi@qst.go.jp

ダイヤモンド NV センターに代表されるスピン欠陥は、磁場・温度等を高感度・高空間分解能で測定可能な量子センサとして利用できることから、現在世界中で研究開発が行われている。スピン欠陥はスピン操作が可能であるという特異な性質を有するものであり、多種多様な固体中欠陥が存在するなか、これまでに発見されたスピン欠陥は 10 個にも満たない。また、報告されているスピン欠陥は全てダイヤモンド[1,2]および炭化ケイ素[3-5]という 3 次元ワイドバンドギャップ半導体を母材とするものであった。量子センサの感度を決定する主要因として、光検出磁気共鳴 (ODMR) コントラスト(C)およびスピンコヒーレンス時間(T_2)がある。いずれも欠陥種の物理的特性に強く依存することから、大きな C および T_2 を示すスピン欠陥の探索は、量子センサ応用上非常に重要な課題である。

六方晶窒化ホウ素(hBN)は 2 次元ワイドバンドギャップ材料として知られている。近年では、グラフェンおよび遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)とともにファンデルワールス工学における重要なビルディングブロックのひとつとしても注目されている。量子センサや量子光源に関する研究が隆盛になるとともに、新規スピン欠陥母材として hBN も研究対象になってきた。研究初期では、単一光子源(量子光源)として機能する欠陥が報告されていたが[6,7]、2020 年に 2 種類のスピン欠陥(V_B および $C_N V_B$)が相次いで発見された[8,9]。磁場に続いて、 V_B を用いた温度および圧力の量子センシングも実証されており[10]、応用研究への期待も高まっている。

本講演では、hBN 中スピン欠陥の形成方法や ODMR 評価を中心とした研究動向とともに、我々が行っている研究についても紹介する。

【謝辞】本講演で紹介する内容の一部は、科研費(20K05352)及び QST 創成的研究の助成を受けて、埼玉大学、物質・材料研究機構および東京工業大学との共同研究により実施された。ここに感謝の意を表す。

【参考文献】 [1] A. Gruber et al., Science 276, 2012 (1997). [2] S. -Y. Lee et al., Nat. Nanotech. 8 487 (2013). [3] M. Widmann et al., Nat. Mater. 14 164 (2015). [4] D. J. Christle et al., Nat. Mater. 14 160 (2015). [5] J. -F. Wang et al., Phys. Rev. Lett. 124, 223601 (2020). [6] T. T. Tran et al., Nat. Nanotech. 11 37 (2016). [7] N. R. Jungwirth et al., Nano Lett. 16 6052 (2016). [8] A. Gottsholl et al., Nat. Mater. 19 540 (2020). [9] N. Mendelson et al., Nat. Mater. 20 321 (2020). [10] A. Gottsholl et al., Nat. Commun. 12 4480 (2021).