

単層 MoTe_2 の hBN 封止構造における熱処理による光学特性への影響

Effect of thermal anneal on optical properties for hBN-encapsulated MoTe_2 monolayers

東京都市大学¹, NIMS²

○林田隼弥¹, 齋藤梨沙¹, 渡邊賢司², 谷口尚², 澤野憲太郎¹, 星裕介¹

Tokyo City Univ.¹, NIMS²

○S. Hayashida¹, R. Saito¹, K. Watanabe², T. Taniguchi², K. Sawano¹, Y. Hoshi¹

E-mail: g1981259@tcu.ac.jp

単層の二テルル化モリブデン(MoTe_2)は、室温にて近赤外発光する直接遷移型半導体であるため、光情報通信への応用が期待されている。しかし、 MoTe_2 は大気中で酸化されることや、 200°C 程度の熱処理により結晶欠陥が生じるといった欠点がある[1,2]。一方、六方晶窒化ホウ素(hBN)で原子層材料を封止した構造は、表面ラフネスや、不純物などによる悪影響を抑制できることから、様々な光・電子デバイス開発において注目されている[3,4]。本研究では、 MoTe_2 を hBN で封止した構造の熱処理前後の光学特性を調べ、hBN で封止することで熱的安定性が向上することを発見したので報告する。

MoTe_2 、hBN バルク単結晶を用いて、機械的剥離法により PDMS シート上に単層 MoTe_2 と多層 hBN を作製した。このフレイクをドライトランスファー法で、 100nm の SiO_2 膜を有する Si 基板上に連続して積層することで、 MoTe_2 の hBN 封止構造を作製した。この試料を大気中で 200°C 、15 分間熱処理した。参照用として SiO_2 上に単層 MoTe_2 のみを堆積させた試料も作製した。

図 1(a), 1(b)に、 SiO_2 上と hBN 封止構造における熱処理前後の PL スペクトル(20 K)を示す。まず、熱処理前では、試料構造に依らず、励起子(X_0)発光ピーク、荷電励起子(T)発光ピーク、束縛励起子(X_{B1})発光ピークが見られる。次に熱処理後では、 SiO_2 上の場合、 X_{B1} と X_0 の PL ピーク強度比(I_{XB1}/I_{X0})が増大することが分かった。これは、熱処理により原子空孔が形成され、 MoTe_2 の結晶性が劣化したことを示している。一方、hBN 封止構造では、熱処理後においても I_{XB1}/I_{X0} の増大は見られず、さらに、ピークフィッティングにより得られる X_0 ピーク半値幅が 9 meV であり非常に小さいことが分かった。hBN 封止構造では、 MoTe_2 層が hBN でキャップされていることで、Mo や Te 原子の脱離が抑制され、熱処理後においても結晶性が良好であると考えられる。当日は、熱処理による光学スペクトルの変化について、より詳細に報告する。

本研究の一部は科学研究費補助金 (16H02333、19H02175、19H05616)、文科省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の支援を受けて行われた。

[1] S. Larentis et al., ACS Nano (2017). [2] H. Zhu et al., ACS Nano (2017).

[3] C.R. Dean et al., Nat. Nanotech. (2010). [4] F. Cadiz et al., Phys. Rev. X (2017).

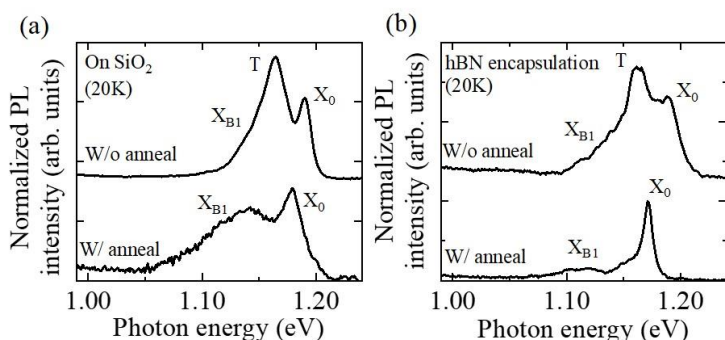


Fig. 1 PL spectra at 20 K for 1L- MoTe_2 (a) deposited on SiO_2 and (b) encapsulated by hBN without and with thermal anneal at 200°C for 15 min.