

CVD 合成した多層 h-BN による単層 MoS₂ の特性向上

Improvement of physical properties of monolayer MoS₂ by CVD-grown multilayer h-BN

九大院総理工¹, 九大 GIC²

本田大樹¹, 田中大地¹, 内田勇気¹, 深町悟², 河原憲治², 吾郷浩樹²

[○]H. Honda, D. Tanaka, Y. Uchida, S. Fukamachi, K. Kawahara², H. Ago^{1,2}

E-mail: h-ago@gic.kyushu-u.ac.jp

絶縁性の二次元材料である六方晶窒化ホウ素 (h-BN) は、SiO₂ 基板の表面粗さやダングリングボンド、光学フォノンなどの影響を効果的に遮へいし、グラフェンや TMDC をはじめとする他の二次元材料の特性を大きく向上させることから近年注目を集めている [1,2]。さらに、h-BN はガスバリア膜、トンネルバリア層、単一光子発光素子、プロトン透過膜など多様な応用の可能性が示されている。しかしながら、これまでの研究のほとんどでは機械剥離によって得られる多層 h-BN 片が用いられており、今後の研究の発展のためには、大面積に均一な h-BN の合成法の確立が必要である。特に、SiO₂ 基板の影響を排除するため、単層ではなく、多層の h-BN が求められている。最近、我々は Fe-Ni 触媒を用いることで、比較的均一な多層 h-BN の合成を報告した [3]。そこで、今回、CVD 法で合成した多層 h-BN の上に、直接ギャップ半導体である単層 MoS₂ を転写し、h-BN が MoS₂ の光学特性、電気特性に与える影響を調べたので報告する。

多層 h-BN はボラジンを原料とする熱 CVD 法により合成し、PMMA とエッチング溶液を用いて SiO₂ 基板上に転写した。単層 MoS₂ は MoO₃ と S を原料とする CVD 法で合成し [4]、h-BN/SiO₂ 基板上に転写した。図 1a に h-BN 上の単層 MoS₂ の PL スペクトルを示す。比較のため、SiO₂ 上の PL も示している。図 1a から、h-BN が厚くなるのに従って、MoS₂ の PL がより強く、かつシャープになることが分かる。また、負のトリオンに由来する低エネルギー側のピーク (~1.84 eV) の寄与が多層 h-BN によって抑制されている。これらの結果は、CVD 合成した h-BN も MoS₂ の蛍光特性の向上に有効であることが示すものである。MoS₂ のラマンスペクトルも h-BN の厚さに依存して変化していたが、PL の傾向とは異なっていた。次に、多層 h-BN が MoS₂ のデバイス特性に与える影響を調べた (図 1b)。h-BN 上の MoS₂-FET の立ち上がり電圧が、SiO₂ 上のものよりも正のゲート電圧側にシフトする傾向が見られ、h-BN が SiO₂ 表面の負電荷の影響を遮蔽していることが示唆された。当日は、MoS₂ の FET 特性の h-BN 膜厚依存性についても報告する予定である。

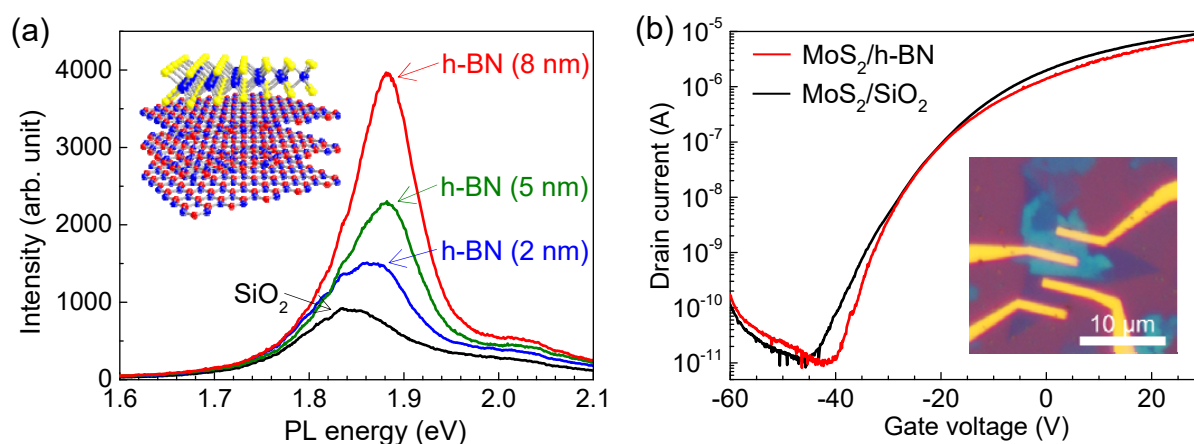


Figure 1 (a) PL spectra of MoS₂ monolayers transferred on multilayer h-BN with different thicknesses and that on bare SiO₂. (b) Transfer characteristics of monolayer MoS₂ devices transferred on multilayer h-BN and SiO₂. Inset shows an optical image of the MoS₂-FET.

【参考文献】 [1] C. R. Dean *et al.*, *Nat. Nanotechnol.*, **5**, 722 (2010). [2] Y. Cao *et al.*, *Nature*, **556**, 43 (2018). [3] Y. Uchida *et al.*, *ACS Nano*, **12**, 6236 (2018). [4] H. Ago *et al.*, *ACS Nano*, **10**, 3233 (2016).