

単層 h-BN 膜の CVD 成長と MoS₂ とのヘテロ積層膜の創製

CVD growth of a h-BN sheet and heterostructure with MoS₂

九大院総理工¹, 九大先端研², JST さきがけ³

○祝迫 祐¹, 内田 勇気¹, 辻 正治^{1,2} 吾郷 浩樹^{1,2,3}

(¹Grad. Schl. Eng. Sci., Kyushu Univ., ²Inst. Mater. Chem. Eng., Kyushu Univ., ³PRESTO-JST)

○Tasuku Iwaizako¹, Yuki Uchida¹, Masaharu Tsuji^{1,2}, Hiroki Ago^{1,2,3}

E-mail: ago@cm.kyushu-u.ac.jp

【背景】六方晶窒化ホウ素 (h-BN) は、ホウ素と窒素原子からなる六方格子を有する層状物質であり、大きなバンドギャップ (5.9 eV) に由来する高い絶縁性や原子レベルの平坦性を有している。さらに、SiO₂ 基板表面の電荷不純物の影響をスクリーニングできることから、グラフェンや二硫化モリブデン (MoS₂) などの二次元材料のトランジスタにおいて、SiO₂ 基板の上に h-BN を挿入することでキャリア移動度が 5 から 10 倍以上向上でき、絶縁層として非常に有効であることが報告されている [1, 2]。また、h-BN の原子薄膜はフレキシブルデバイスの絶縁膜やトップゲートの保護層などとしても期待される [3, 4]。しかしながら、グラフェン FET などでは利用されている h-BN のほとんどが剥離膜であるため、応用には適さない。そこで、我々は大面积に合成可能な CVD によって高品質な h-BN を合成することを進めてきた。今回はこの h-BN の CVD 成長、及び MoS₂/h-BN ヘテロ積層膜の創製と物性について報告する。

【実験方法】 h-BN は c-面サファイア上にスパッタ製膜した Cu (111) 薄膜を触媒、アンモニアボラン (NH₃BH₃) を原料として、既報 [5, 6] を参考にして、1050°C の大気圧 CVD で合成を行った。h-BN を SiO₂ 上に転写後、酸化モリブデン (MoO₃) と硫黄 (S) を原料として MoS₂ の CVD 成長を行った [7]。

【結果と考察】図 1a に Cu (111) 上に成長した単層 h-BN ドメインの SEM 像を示す。三角形の h-BN ドメインは 2 つの方向に選択的に成長しており、図 1b のように Cu (111) 上にエピタキシャルに成長していることが明らかとなった。h-BN のドメインサイズは、NH₃BH₃ の供給量と温度に依存し、合成時間を長くすることによって、Cu 全面に h-BN を成長させることも可能である。

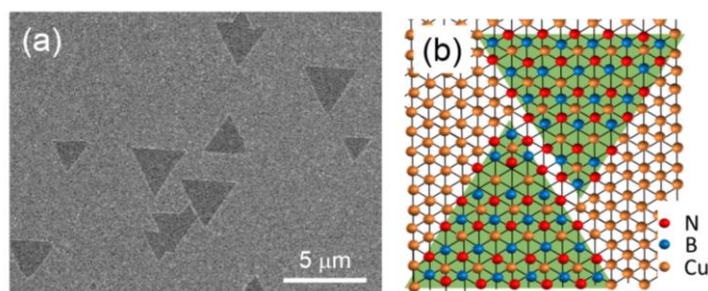


Fig. 1 SEM image of triangular domains of h-BN (a) and the corresponding atomic structure (b).

さらに、三角形の単層 h-BN 上に MoS₂ を CVD により成長させた (図 2)。Raman マッピングから、h-BN ドメインの全面が MoS₂ で覆われ、MoS₂/h-BN ヘテロ積層膜が得られたことが確認できた。また、MoS₂ の A_{1g}-E_{2g} のピーク間距離が 22 cm⁻¹ であり、MoS₂ は 2~3 層であることが分かった。当日は、この h-BN 上に成長した MoS₂ の特徴やトランスポートなどについても報告する予定である。

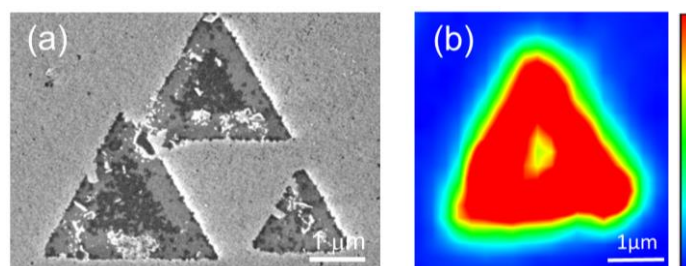


Fig. 2 SEM (a) and Raman mapping (b) images of MoS₂/h-BN heterostructure. (b) shows the intensity of MoS₂ A_{1g} peak. Images (a) and (b) were taken for different domains.

【参考文献】

- [1] C. R. Dean *et al.*, *Nat. Nanotechnol.*, **5**, 722 (2010). [2] M. Y. Chen *et al.*, *Nanoscale*, **5**, 9572 (2013). [3] G. H. Lee *et al.*, *ACS. Nano*, **7**, 7931 (2013). [4] M. S. Bresnehan *et al.*, *ACS Nano*, **6**, 5234 (2012). [5] K. K. Kim *et al.*, *Nano Lett.*, **12**, 161 (2012). [6] L. Wang *et al.*, *Adv. Mater.*, **26**, 1559 (2014). [7] H. Ago *et al.*, submitted.