

Ni バッファ層上への六方晶窒化ホウ素薄膜の CVD 成長

Growth of Hexagonal Boron Nitride Thin Films by CVD on Nickel Buffer Layers

○田中佑樹¹, 渡邊泰良¹, 吉岡陸¹, 増田克仁¹, 大石泰己¹, 増田希良里¹, 小南裕子¹, 原和彦^{1,2,3}

静岡大学・大学院総合科学技術研究科¹, 創造科学技術大学院², 電子工学研究所³

Shizuoka Univ., ○Y. Tanaka, T. Watanabe, R. Yoshioka, K. Masuda, T. Oishi, K. Masuda

H. Kominami and K. Hara

E-mail: tanaka.yuki.16@shizuoka.ac.jp

【はじめに】 六方晶窒化ホウ素(hBN)は、ハニカム構造の原子シートが周期的に積層した結晶構造をもつ二次元物質で、特徴として、優れた耐熱性や化学的安定性をもつこと、ワイドバンドギャップで波長 215 nm の紫外発光を示すことなどが挙げられる。これらの性質から、近年、電子デバイスの飛躍的な特性向上と高機能化をもたらす得る二次元材料の 1 つとして注目が集まっており、その研究、開発に向け大面積かつ高品質な hBN 薄膜の作製が求められている¹⁾。これまで本研究室では、減圧化学気相法(CVD)により、主に c 面サファイア基板上に成膜を行ってきたが²⁾、一方で様々な遷移金属上への高品質な単層 hBN の成長も報告されている^{1,3)}。そのような hBN/遷移金属界面では、触媒作用、hBN の π 電子と金属の d 殻電子との相互作用、格子不整合の緩和、不純物の吸着などが期待されている。本研究では、バッファ層として Ni を用いて hBN 薄膜を作製し、膜質への影響を調査した。

【試料作製】 試料作製に使用した CVD 装置は、円筒状の石英管と基板加熱用のタングステンヒーターから構成されている。原料および雰囲気ガスは、 BCl_3 (0.11 % - N_2 希釈)、 NH_3 (99.99997 %) および N_2 である。成長基板としては、c 面サファイアおよび Ni (膜厚 35 nm) を蒸着させた c 面サファイアを使用した。基板の前処理として、有機洗浄および N_2 雰囲気中においてサーマルクリーニングを行った。その後、 BCl_3 および NH_3 の供給量を 0.1 および 100 sccm とし、15 kPa で 2 時間成長を行った。

【実験結果】 Fig.1 に、(a) c 面サファイアおよび (b) Ni バッファ層上に作製した試料の表面走査型電子顕微鏡(SEM)像を示す。いずれも柱状グレインの成長がみられたが、試料(b)では(a)に比べ大きなグレインが観察された。Fig.2 には、同試料の CL スペクトルを示す。いずれの試料からも固有励起子発光(215 nm)が観測され、Ni バッファ層上にも良質な hBN が成長することが確認された。一方、固有励起子発光の強度は両試料で同等であったが、不純物または欠陥に起因する発光(300 ~ 400 nm)については試料(b)のほうが小さいことがわかる。これらの結果より、Ni が成膜および発光に望ましくない不純物を吸着する効果をもつことが示唆される。

【謝辞】 本研究の一部は、科学研究費補助金 20K20993 により行われた。

1) W. Auwärter, Surf. Sci. Rep, 74, 1-95 (2019), 2) N. Umehara, et al. Jpn. J. Appl. Phys. (2021) in press,

3) G. Siegel, et al. Nano Lett., 17, 2404-2413 (2017).

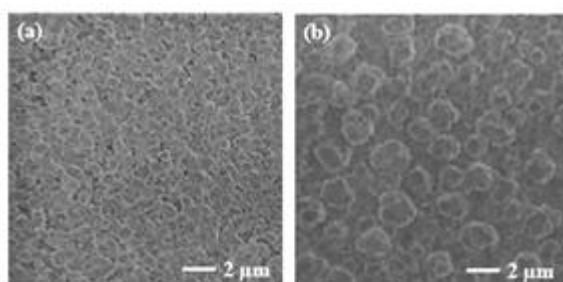


Fig.1 SEM images of the sample surface grown (a) directly on a c-plane sapphire and (b) on a Ni. buffer layer.

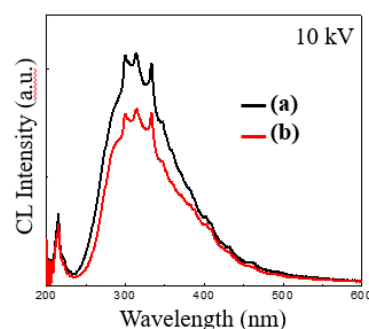


Fig.2 Room temperature CL spectra of the samples shown in Fig.1.