

コールドウォール反応管を用いる六方晶窒化ホウ素薄膜の 減圧 CVD における原料供給量依存性

Dependence of the flow rates of source materials on the low pressure CVD
of hexagonal boron nitride thin films using a cold-wall reactor.

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

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

Shizuoka Univ., ○K. Masuda, T. Watanabe, Y. Tanaka, R. Yoshioka, T. Oishi, K. Masuda,
H. Kominami and K. Hara

E-mail: masuda.katsumi.17@shizuoka.ac.jp

【はじめに】六方晶窒化ホウ素(h-BN)は、グラファイトと類似した結晶構造をもち、優れた耐熱性や化学的安定性を特徴とする。近年、小型ではあるが高品質のバルク結晶が作製されるようになり、異種の2次元材料から構成される電子素子や深紫外発光素子への応用が期待されるようになった。一方で実用素子の開発には大型の結晶が必要なことから、本研究室では、大面積かつ高品質な薄膜の作製を目指しh-BNのCVDに取り組んできた¹⁾。最近では、ホットウォール反応管からコールドウォール反応管へ変更することにより、気相反応が抑制されて、薄膜の高品質化につながることを報告した²⁾。本研究では、さらなる高品質化を図るために、原料に用いるBCl₃およびNH₃供給量が成長に与える影響を調査した。

【試料作製】試料作製に用いたCVD装置は、円筒状の石英反応管と局所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、BCl₃ (0.11 % -N₂ 希釈)、NH₃ (99.99997 %) およびN₂である。基板にはc面サファイアを用いた。基板の前処理として、有機洗浄およびN₂雰囲気中で1200 °Cのサーマルクリーニングを30分行った後、基板温度1300 °C、成長圧力15 kPaにおいて1時間成長を行った。

【結果と考察】Fig. 1に、BCl₃流量を0.06 sccmに固定し、NH₃流量を120~210 sccmの範囲で変化させて作製した試料の成長速度の変化を示す。成長速度は、[NH₃] = 150 sccmまではほとんど変化はなく、180 sccm以上から急激に低下することがわかる。この結果から、[NH₃] = 180 sccm以上において、原料ガス間の気相反応による成長の阻害が起こり始めたことが示唆される。また最近の研究から、このような傾向については膜形成に対する基板表面窒化の影響も考慮する必要があることもわかっている。Fig. 2に、同試料のCLスペクトルを示す。[NH₃] = 210 sccmの試料については、膜が非常に薄いため、主にサファイア基板からの発光が観測された。他の試料からは固有励起子発光(215 nm)が明瞭に観測され、特に成長速度が減少し始める前の150 sccmにおいて最も良好な発光が得られた。

【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) N. Umehara et al., JJAP 60, 075502 (2021). 2) 渡邊他, 2021年春季応用物理学会 16p-P01-3.

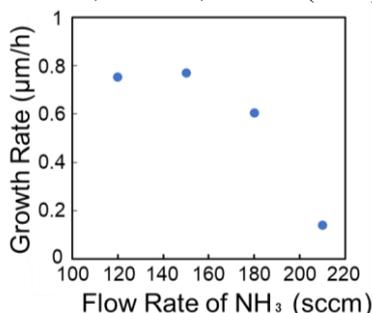


Fig. 1 Growth rates of the samples as a function of NH₃ flow rates.

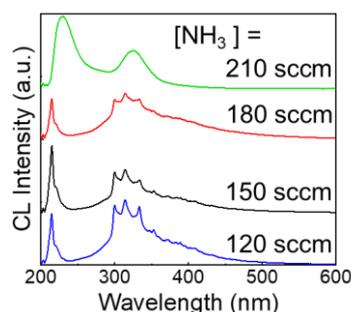


Fig. 2 Room temperature CL spectra of the samples shown in Fig.1. The anode voltage was 10 kV.