

## 六方晶窒化ホウ素薄膜の減圧 CVD 成長

### Growth of hexagonal boron nitride films by low-pressure CVD

静岡大学・大学院工学研究科<sup>1</sup>, 工学部<sup>2</sup>, 創造科学技術大学院<sup>3</sup>, 電子工学研究所<sup>4</sup>

○梅原 直己<sup>1</sup>, 増田 敦<sup>1</sup>, 清水 乙生<sup>2</sup>, 光野 徹也<sup>1</sup>, 小南 裕子<sup>1</sup>, 原 和彦<sup>3,4</sup>

Shizuoka Univ., °N. Umehara, A. Masuda, T. Shimizu, T. Kouno, H. Kominami, K. Hara

E-mail: f0330154@ipc.shizuoka.ac.jp

【はじめに】 六方晶窒化ホウ素 (h-BN) は、ホウ素および窒素の  $sp^2$  結合からなる原子シートが積層した、グラファイト様の結晶構造をもつワイドギャップ材料である。物理的・化学的な安定性にも優れており、深紫外の受発光素子、グラフェンデバイス用基板、窒化物半導体用の剥離層などでの活用が期待される<sup>1-3)</sup>。このような応用に向け、我々は、工業的に pyrolytic BN の作製に利用されている  $BCl_3$  と  $NH_3$  を原料とする化学気相法 (CVD) に着目し、c 面サファイア基板への h-BN 薄膜の作製に取り組んでおり、これまでに、薄膜の結晶性と発光特性の間に強い相関を有すること、減圧成長により結晶性が向上することを明らかにしている<sup>4,5)</sup>。今回は、減圧での成長条件を最適化するために、原料供給量などの成長条件依存性について調べた結果を報告する。

【試料作製】 試料作製装置は、BN 製反応管 (内径 40 mm) と管状炉 (上限: 2000 °C) により構成される。原料および雰囲気ガスは、 $BCl_3$  (0.03% -  $N_2$  希釈),  $NH_3$  (99.99997%) および  $N_2$  であり、これらは同心円状のノズルを通して反応管内に供給される。基板は  $BCl_3$  ガスノズル先端から 30 mm の位置に、ガスの流れる方向に正対するように設置され、成長温度に到達後に  $N_2$  流中で 30 分間、次いで  $NH_3$  を加えて 10 分間保持したのち、2 時間の成長を行った。成長時の炉内圧力および総ガス流量はそれぞれ 20 kPa, 5 slm である。成長温度については、減圧成長において結晶性が改善された 1200 °C とした<sup>5)</sup>。

【実験結果】 図 1 および 2 に、 $BCl_3$  供給量を 0.05 sccm で固定し、 $NH_3$  供給量を 120 から 240 sccm まで変化させて成長した試料の X 線回折 (XRD) およびカソードルミネッセンス (CL) 測定の結果を示す。図 1 に示すように、 $NH_3$  供給量に関わらず 26.5° 付近に h-BN(002) からの回折が観測されたが、 $NH_3$  供給量 150 sccm で作製した試料においてその強度が飛躍的に増大した。一方 CL 特性については、 $NH_3$  供給量が 150 および 180 sccm で作製した試料から h-BN の酸素不純物に起因した 320 nm 帯の明確な発光を観測した。これらの結果から、上記の条件での減圧成長における  $NH_3$  供給量の最適値は 150 - 180 sccm であることがわかった。

- 1) K. Watanabe et al, Nature Photon., 3, 591 (2009).
- 2) C. R. Dean et al, Nature Nanotech., 5, 722 (2010).
- 3) Y. Kobayashi et al, Nature, 484, 223 (2012).
- 4) 梅原 他, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 18p-E13-17 (2014).
- 5) 桑原 他, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 18p-E13-18 (2014).

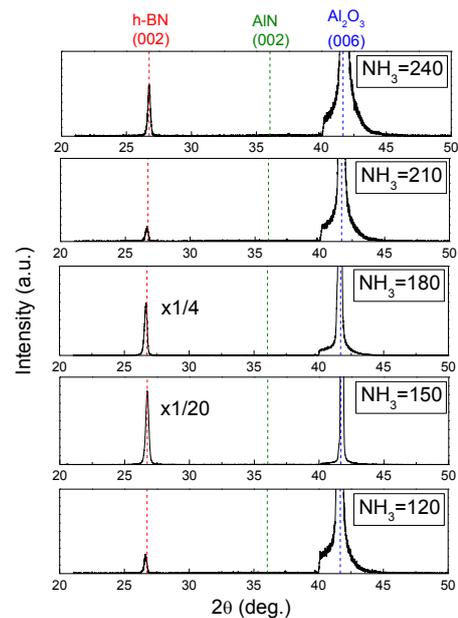


図 1 XRD パターンの  $NH_3$  供給量依存性

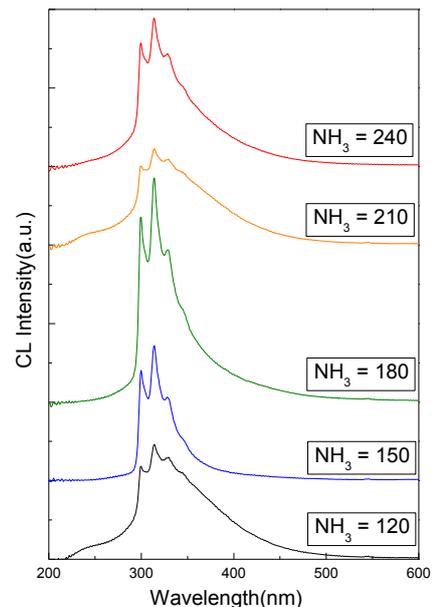


図 2 CL スペクトルの  $NH_3$  供給量依存性