

## 六方晶窒化ホウ素薄膜のサファイア基板上への高温化学気相成長における BCl<sub>3</sub>供給量依存性

Dependence on the supply rate of BCl<sub>3</sub> for the growth of hexagonal boron nitride films on sapphire substrates by high-temperature chemical vapor deposition

静岡大学電子工学研究所<sup>1</sup>, 創造科学技術大学院<sup>2</sup>, 李 惠映<sup>1</sup>, 梅原 直己<sup>1</sup>, 桑原 伊織<sup>1</sup>,  
光野 徹也<sup>1</sup>, 小南 裕子<sup>1</sup>, 中西 洋一郎<sup>1</sup>, 原 和彦<sup>1,2</sup>

Res. Inst. of Electronics<sup>1</sup>, Graduate School of Sci. &Tech.<sup>2</sup>, Shizuoka Univ., H.-Y. Lee<sup>1</sup>,  
N. Umehara<sup>1</sup>, I. Kuwahara<sup>1</sup>, T. Kouno<sup>1</sup>, H. Kominami<sup>1</sup>, Y. Nakanishi<sup>1</sup>, K. Hara<sup>1,2</sup>

E-mail: f0130301@ipc.shizuoka.ac.jp

【はじめに】六方晶窒化ホウ素(h-BN)は、ホウ素と窒素の sp<sup>2</sup> 結合により構成される原子シートが積層したグラファイト様の層状結晶構造をもつワイドギャップ材料である。近年、深紫外を含む紫外蛍光体<sup>1)</sup>、グラフェン用の基板<sup>2)</sup>、窒化物半導体用の剥離層<sup>3)</sup>など、電子デバイス用の材料としても着目されるようになってきている。我々は、工業的にpyrolytic BN (PBN)の作製に利用されているBCl<sub>3</sub>とNH<sub>3</sub>を原料とするCVDを採用し、c面サファイア基板上に、高い成長温度( $T_g \leq 1700$  °C)を含む条件によりh-BN薄膜の作製を試みた<sup>4)</sup>。これまでに、BCl<sub>3</sub>供給量を固定して $T_g$  およびNH<sub>3</sub>供給量依存性を調べ、 $T_g$ の上昇を伴い結晶化が促進されることがわかった。しかしながら結晶性は、十分ではなく、乱相BN (t-BN)が支配的であった。今回は、結晶性の改善を目的として、BCl<sub>3</sub>供給量依存性を調べた結果について報告する。

【試料作製】試料作製装置は、水平配置のBN 製反応管(内径40 mm)と高温管状炉から構成される。原料として、BCl<sub>3</sub> (0.03% - N<sub>2</sub> 希釈)および NH<sub>3</sub> (99.99997 %)ガスを用い、N<sub>2</sub> ベース(総ガス流量5 slm)の常圧下で成長を行った。ここで BCl<sub>3</sub> については、基板から約30 mmの上流に位置するノズルから供給した。基板としてはc面サファイアを用い、成長温度においてN<sub>2</sub>中30分、NH<sub>3</sub>中10分待機した後、成長を開始した。

【結果】図1に、NH<sub>3</sub>供給量を300 sccm、 $T_g$ を1600 °Cに固定し、BCl<sub>3</sub>供給量( $F(\text{BCl}_3)$ )を0.05または0.25 sccmで2時間成長した試料のX線回折(XRD)測定結果を示す。 $F(\text{BCl}_3) = 0.25$  sccmの試料の結果では、 $2\theta = 25.5$  °付近にブロードな回折が観測されるが、これはt-BNからの回折である。このことから、BN薄膜は基板と同方位で成長するが、結晶性は十分でないことがわかる。一方、 $F(\text{BCl}_3) = 0.05$  sccmまで供給量を減らして成長した試料では、回折角がh-BNのバルクの値にほぼ一致し、回折強度も増加した。この大幅な結晶性の改善は、成長速度を下げることで、BおよびN原子(またはこれらの反応種)の表面拡散が促進されたためと考えられる。

- 1) K. Watanabe et al, Nature Photon. 3, 591 (2009);  
K. Hara et al, phys. stat. sol. (c) 8,2509 (2011).
- 2) C. R. Dean et al, Nature Nanotech. 5, 722 (2010).
- 3) Y. Kobayashi et al, Nature 484, 223 (2012).
- 4) 李 他、第60回応用物理学会学術講演会28p-PA1-20.

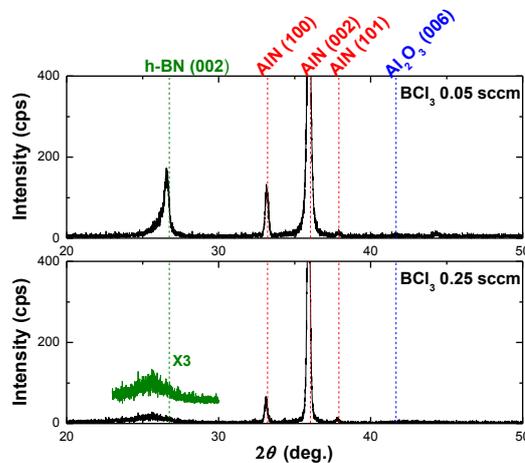


図1 作製した薄膜のXRDパターン