立方晶窒化アルミニウムホウ素(c-AlBN)の MBE 成長

MBE Growth of cubic aluminum boron nitride (c-AlBN)

日本電信電話株式会社 NTT 物性科学基礎研究所 ○平間 一行，谷保 芳孝，熊倉 一英

NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation ○Kazuyuki Hirama, Yoshitaka Taniyasu, and Kazuhide Kumakura

E-mail: kazuyuki.hirama.gz@hco.ntt.co.jp

【はじめに】 立方晶窒化ホウ素(c-BN)は大きな絶縁破壊電界(> 15 MV/cm)を有していると考えられており、高耐圧の電子デバイス等への応用が期待されている。c-BN の特徴を活かした電子デバイスを作製するうえで、c-BN をベースとしたヘテロ構造の形成は重要である。近年我々は、イオンビームアシスト MBE 法によって、c-BN 薄膜のエピタキシャル成長に成功している[1]。そこで本研究では、c-BN ヘテロ構造の作製に向けて、立方晶窒化アルミニウムホウ素(c-AlBN)混晶の成長を行った。

【実験】 c-AlBN 薄膜は、c-BN バッファ層を用いて、ダイヤモンド(001)基板上に成長した。ホウ素(B)は電子線加熱、窒素(N)はラジカルソースにより供給した。B と N の sp^3 結合を形成するため、イオンソースからは Ar^+イオンを成長中の薄膜表面に照射している。アルミニウム(Al)の供給には K-cell を用いた。c-AlBN の Al 組成を変化させるため、K-cell 温度を 1050°C から 1150°C まで変化させた。成長温度は 920°C、c-AlBN 層と c-BN バッファ層の膜厚はそれぞれ約 60 nm、約 5 nm である。

【結果】 c-AlBN(001)薄膜のエピタキシャル成長は RHEED によって確認した(Fig. 1)。Al K-cell 温度が 1050°C と 1150°C の場合、STEM-EDS 観察から見積もった c-AlBN(001)薄膜の平均 Al 組成は、それぞれ 0.1%、0.8%であった。K-cell 温度が 1050°C と 1150°C の場合の Al の飽和蒸気圧差は約 1 桁であり、EDS から見積もった平均 Al 組成の傾向とほぼ一致することから、Al の供給量によって c-AlBN 薄膜の平均 Al 組成を制御できることが分かった。

Fig. 2 に c-AlBN(001)薄膜の X 線回折 2θ-ωスキャンの結果を示す。Al の K-cell 温度が高いほど、c-AlBN(002)面からの回折ピーク位置は低角側にシフトしており、c-AlBN 薄膜の成長方向の面間隔が広がっている。しかし、平均 Al 組成から予測される以上に、成長方向の面間隔の広がりが大きいことが分かった。成長中にイオン照射を行いながら成長する c-BN 薄膜では、イオン照射に起因して面内に圧縮歪みが生じ、その結果成長方向の面間隔が広がることが分かっている(Fig. 2)。そのため、c-BN 薄膜と同じ方法で成長した c-AlBN 薄膜では、成長方向の面間隔は、Al 組成とイオン照射に起因する歪みの両方の影響を受けていると考えられる。

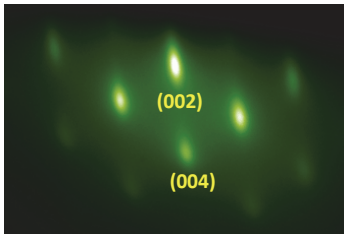

Fig. 1 RHEED image of c-AlBN(001) film, taken along the diamond [110] azimuth.

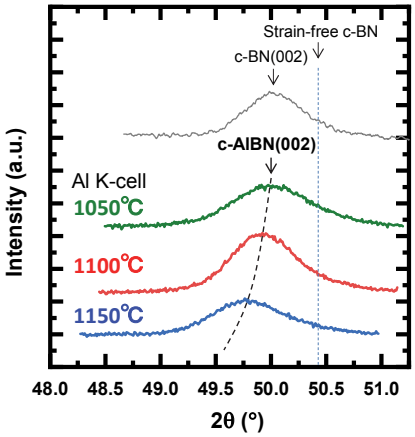

Fig. 2 X-ray diffraction 2θ-ω scan for c-AlBN(001) and c-BN(001) films.

[1] K. Hirama *et al.*, Appl. Phys. Express, 10 (2017) 035501.

© 2019年 応用物理学会