

c-BN(001) 薄膜の結晶性に及ぼすイオン照射の影響

Ion-irradiation effect on crystal quality of c-BN (001) films

日本電信電話(株) NTT 物性科学基礎研究所

○平間 一行, 谷保 芳孝, 山本 秀樹, 熊倉 一英

NTT Basic Research Labs, NTT Corporation

○Kazuyuki Hirama, Yoshitaka Taniyasu, Hideki Yamamoto, and Kazuhide Kumakura

E-mail: hirama.kazuyuki@lab.ntt.co.jp

【はじめに】 立方晶窒化ホウ素(c-BN)は大きなバンドギャップエネルギー(6.3 eV)を有しており、高耐圧の電子デバイス等への応用が期待されている。一方で、BN の安定相は六方晶窒化ホウ素(h-BN)であり、c-BN は準安定相であるためその成長は困難である。最近我々は、ボロンと窒素の供給と同時に Ar^+ イオンを成長表面に加速して照射する非平衡性の高い成長手法(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た[1]。成長中のイオン照射はc-BN 相の形成に不可欠であるが、一方で、高エネルギーのイオンの衝突に伴う結晶欠陥の発生も懸念される。そこで本研究では、c-BN 薄膜成長時における結晶性のイオンエネルギー依存性を調査した。

【実験】 c-BN 薄膜は、イオンソースとラジカルソースを備えた MBE 装置を用いて、ダイヤモンド(001)基板上にエピタキシャル成長した。ボロンは EB 加熱により、窒素はラジカルソースにより供給した。ボロンと窒素の供給と同時に、 Ar^+ イオンを加速させて成長表面に照射した。イオンエネルギーはイオンソースのグリッド電圧と基板ステージに印加するバイアス電圧によって制御し、本実験では 100 eV と 190 eV で成長を行った。窒素/ボロン比は 1 以上、成長温度は 920°C、c-BN(001)薄膜の膜厚は約 100 nm である。評価は XRD と FT-IR 透過吸収測定により行った。

【結果】 Fig. 1 に c-BN(002)面の X 線ロッキングカーブ半値幅(FWHM)のイオンエネルギー依存性を示す。イオンエネルギーが低いほど FWHM は小さくなっており、c-BN(001)薄膜の結晶性が向上した。これは、イオンエネルギーの低減によってイオン衝撃に起因する結晶欠陥の発生が抑制されたためと考えられる。Fig. 2 は FT-IR 透過吸収スペクトルのイオンエネルギー依存性である。イオンエネルギーが 100 eV と 190 eV の場合の c-BN TO フォノンの吸収ピーク位置は、それぞれ 1066 cm^{-1} 、 1072 cm^{-1} であった。無歪みの c-BN における吸収ピーク位置は約 1055 cm^{-1} であり、圧縮歪みが大きいほど高波数側にシフトすることから[2]、低いイオンエネルギーで成長した c-BN(001)薄膜ほど圧縮歪みが低減している。以上のように、成長時のイオンエネルギーの低減によって、c-BN(001)薄膜の結晶性向上と成長時に導入される圧縮歪みの低減が可能であることが分かった。

本研究の一部は科研費 (25246022) の援助を受けて行われた。

[1] K. Hirama *et al.*, Appl. Phys. Lett. 104 (2014) 092113.

[2] J. A. Sanjurjo *et al.*, Phys. Rev. B, 28 (1983) 4579.

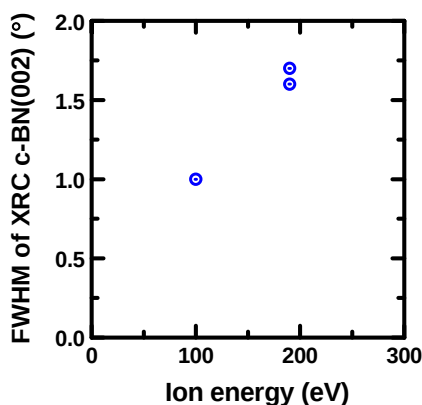


Fig. 1 Ion-energy dependence of FWHM of XRC c-BN(002).

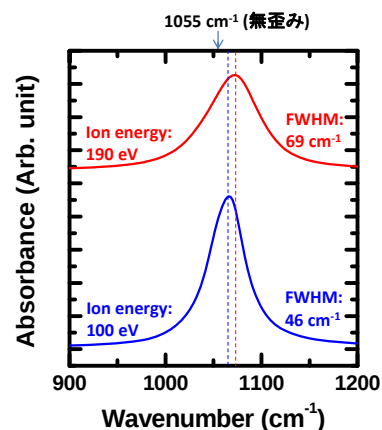


Fig. 2 Ion-energy dependence of FT-IR spectra of c-BN (001) films.