

ウルツ鉱 BN と立方晶 BN の機械的特性の比較

Comparison of mechanical properties between wurtzite-BN and cubic-BN

東北大金研¹, 物材機構² ○出浦 桃子¹, 沓掛 健太郎¹, 大野 裕¹, 米永 一郎¹, 谷口 尚²
IMR, Tohoku Univ.¹, NIMS² ○M. Deura¹, K. Kutsukake¹, Y. Ohno¹, I. Yonenaga¹, and T. Taniguchi²

E-mail: deura@imr.tohoku.ac.jp

背景 窒化ホウ素 (BN) にはいくつかの多形があり、安定相である六方晶 (h-BN) と立方晶 (c-BN) は、従来から潤滑剤や切削工具などに利用されている。近年では、ワイドギャップ半導体材料としても注目されており、他の III 族窒化物半導体 (AlN, GaN, InN) の最安定相がウルツ鉱構造であることから、ウルツ鉱構造 (w-BN) も含めた結晶成長や物性評価の検討が進められている。我々は前回、準安定相のため作製が困難な w-BN について、高品質バルク結晶の作製に成功し、ナノインデンテーション (NI) により機械的特性を評価した[1]。今回は、c-BN 結晶についても機械的特性を評価し、w-BN と比較した。

実験・結果 w-BN 結晶は、h-BN バルク結晶を高温・高圧で固相直接転換することにより作製したバルク結晶で、c 軸に単一配向しているがグレイン構造をもつ。一方 c-BN 結晶は、h-BN 焼結体を同様に高温・高圧処理により固相直接転換したもので、[111]軸に高配向した多結晶構造であり、多量の双晶を含む[2]。それぞれの結晶の c 面および(111)面表面に対し、三角錐 (バーコビッチ) 型のダイヤモンド圧子を用いて、室温で NI 測定を行った。最大印加荷重は 10~300 mN とし、各荷重 10 回ずつ測定した。いずれも測定後の圧痕にクラックは見られなかった。図 1 にそれぞれの印加荷重と押し込み深さの関係 (荷重-変位曲線) を示す。曲線のノイズの大きさは両者でほとんど変わらないが、曲線どうしの値のばらつきは w-BN の方が特に 150 mN 以上の荷重で大きいことが分かる。c-BN の場合は結晶粒が小さく、どの押し込み深さでも複数の結晶粒の平均情報を見ているのに対し、w-BN の方が配向性は高いが、グレインサイズが比較的大きく、押し込み箇所や深さによって異なるグレインの情報を見ているためと考えられる。得られた荷重-変位曲線から硬度とヤング率を求めたところ、w-BN は硬度: 53 ± 2 GPa, ヤング率: 800 ± 100 GPa, c-BN は硬度: 61 ± 1 GPa, ヤング率: 900 ± 70 GPa となった。ウルツ鉱構造の c 面と立方晶の(111)面は構造的にも類似で、ともに主すべり面であり、かつ格子間隔・面間隔ともに w-BN と c-BN でほぼ同等であるが、c-BN の方がすべりにくいと考えられる。一方、c-BN の方が粒界や双晶が多数含まれることも、機械的特性値に影響を与えていると推測される。

[1] 出浦他, 第 63 回春季応物, 19a-H121-10 (2016).

[2] C. L. Chen *et al.*, Diamond Relat. Mater. **32** (2013) 27.

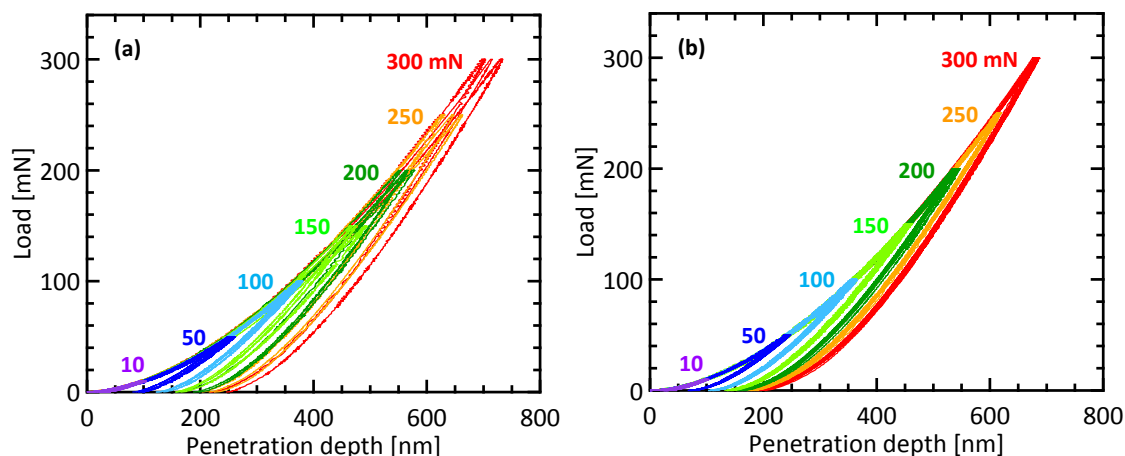


Fig. 1 (a) w-BN 結晶と(b) c-BN 結晶の荷重-変位曲線。数字は最大印加荷重。各荷重に対し、最小・平均・最大の押し込み深さを与える曲線 1 本ずつを抽出した。