立方晶窒化ホウ素の任意指数面単結晶基板の作製と表面反応の観察

Preparation of cubic boron nitride arbitrary exponential single crystal substrate and observation of surface reaction

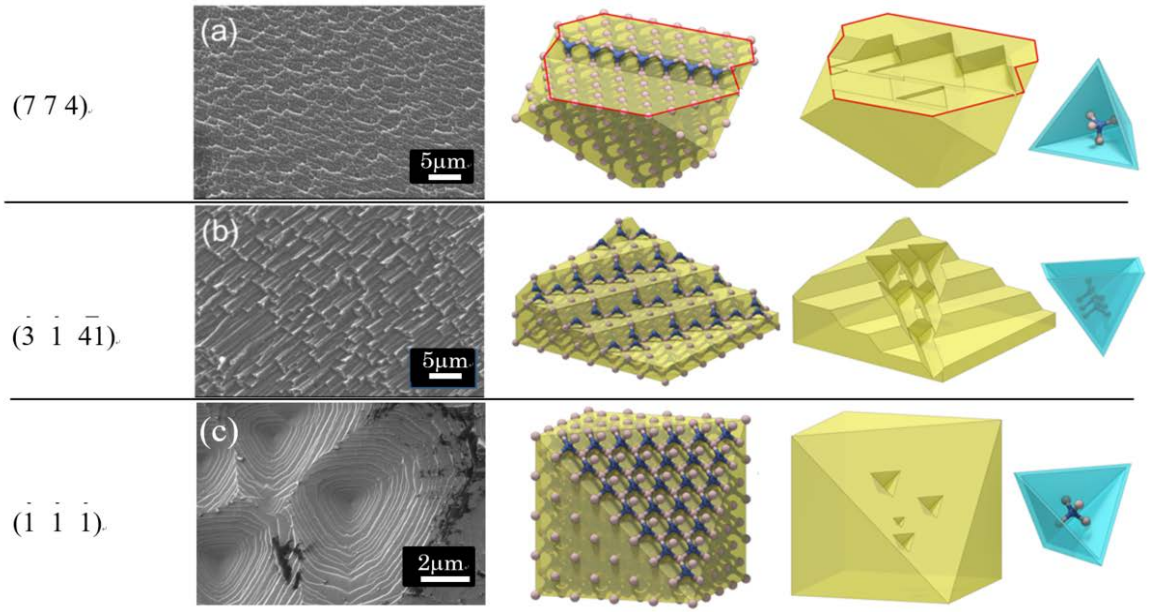
○(DC)田村貴大[1]・高見拓哉[1]・柳瀬隆[2]・長浜太郎[2]・島田敏宏[2]
1. 北大総化、2. 北大工
°(DC) Takahiro Tamura, Takuya. Takami, Takashi. Yanase, Taro. Nagahama, Toshihiro Shimada
Hokkaido Univ.
E-mail: tamura_takahiro@eis.hokudai.ac.jp

【緒言】 立方晶窒化ホウ素(cBN)はダイヤモンドと同様の結晶構造を持ち、高い熱伝導率や硬度、大きなバンドギャップといった特出した性質を有する。ダイヤモンドでは n 型半導体の合成が困難とされてきたが、cBN では p 型、n 型半導体が合成可能とされ熱伝導率も高いため電子デバイスとしての応用も考えられている。現在、cBN の多くは高温高圧法により合成されており、cBN の結晶工学や表面化学に興味が持たれるが、大きな単結晶 cBN の量産手法は確立されておらず、基板やデバイスとして利用することが難しい。そこで本実験では入手が容易である 200μm 程度の cBN 結晶粒子を基板として利用し、表面化学において興味深い高指数面を持つ単結晶基板の作製法の確立と cBN の気相結晶成長に深く関わりがある N や F といった元素を含むプラズマに対する結晶表面の反応を調べた。

【実験手順】 単結晶 X 線回折を用いて cBN 結晶の結晶方位を固定して紫外線硬化樹脂中に埋め込み、その面を TEM 試料作成用の研磨装置や ion beam cross section polisher により 10nm 以下に平坦化する手法を確立した[1]。面指数は電子線後方散乱回折(EBSD)で確認した。得られた表面をダイヤモンド合成用マイクロ波プラズマ CVD 装置に導入し N_2 プラズマによる高温での表面エッチングを行い、SEM や AFM で表面形態を調べた。続いて、同様の手順で用意した cBN 粒子を基板として用い、MgF_2 と B を混合した焼結体を固体原料として N_2 プラズマ中に挿入しながらプラズマ処理を行った。

【結果・考察】N_2 のみのプラズマエッチングにより cBN(111)面には平行なステップが現れるが、$(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$面には三角形のエッチピットが現れた。高指数面について特異な構造が観察された。図左(a) (b) (c)はそれぞれ (7 7 4)面 、$(\bar{3}\,\bar{1}\,\bar{4}\,\bar{1})$面 、$(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$面の N_2 プラズマエッチング後の SEM 像である。 これらの形状は、図右のような構造に対応していると考えられ、N のダングリングボンドに非共有電子対を持つ構造がプラズマ中の＋イオンによる攻撃を受けやすいことにより説明できる。

MgF_2 と B の混合焼結体挿入により N_2 プラズマ中に F を導入し処理を行うと、N_2 のみの場合とは逆に cBN 粒子の(111)面上に三角錐型の突起が確認された。これより、F は(100)面方向への強いエッチング効果があることが分かった。



[1] T. Tamura, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 56 (2017).