

昇華法を用いた AlN 単結晶成長における極性反転の起源

Origin of inversion domains in aluminum nitride grown by sublimation method

(株)豊田中央研究所 ○重藤啓輔, 堀淵嘉代, 中村大輔

Toyota Central R&D Labs., Inc., Keisuke Shigetoh, Kayo Horibuchi, Daisuke Nakamura

E-mail: kei-shigetoh@mosk.tylabs.co.jp

昇華法は AlN のバルク結晶を低コストで得るための有望な方法であり、1 インチ程度ではあるが高品質な基板が得られている[1, 2]。AlN の昇華法成長では、結晶の口径拡大の容易さと高品質・高速成長を両立させる観点から N 極性面を成長面に用いることが望ましいとされている[3]。しかしながら、N 面成長を実施した際に Al 面に極性反転する場合があります、その原因は明らかになっていない[4]。そこで本報告では、AlN の昇華法成長で生じる極性反転の起源と、極性反転を抑制する方法を示す。

昇華法を用いて N 極性 AlN 種結晶上にホモエピタキシャル成長させたところ、得られた結晶の極性は完全に Al 面に反転していた。極性反転の起点を特定するため、結晶の縦断面に化学機械研磨(CMP)を施すと、種結晶と成長結晶の境界に沿って明瞭な段差が生じ、この場所が起点と疑われた。この段差上下での極性方向を判別するため、種と成長結晶を含む縦断面試料の STEM および Annular Bright Field (ABF)-STEM 観察を行った。その結果、CMP で段差が生じた場所の STEM 像は約 30 nm の幅をもった帯状に観測(界面層)され[図 1(a)]、それより上側、すなわち種結晶(N 極性[図 1(b)])の直上(~50 nm)で Al 極性[図 1(c)]に反転していることがわかった。さらに、3 次元アトムプローブトモグラフィーによって、界面層に酸素が約 3 atom%偏析しており(図 2)、結晶への酸素混入が極性反転の原因であることがわかった。

界面層が形成される成長極初期段階に成長結晶に混入する酸素不純物源を AlN 原料および種結晶表面の酸化膜と推定し、成長結晶への酸素混入を in-situ で抑制することで、極性反転密度の大幅な低減を示唆する結果を得た。講演では、極性反転モデルについても提案する。

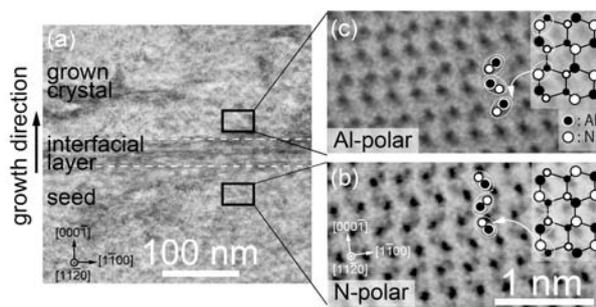


Fig.1 Cross-sectional bright-field STEM image including seed, interfacial layer and grown crystal. (b) ABF-STEM images of seed, and (c) grown crystal for $[1\ 1\ -2\ 0]$ projection.

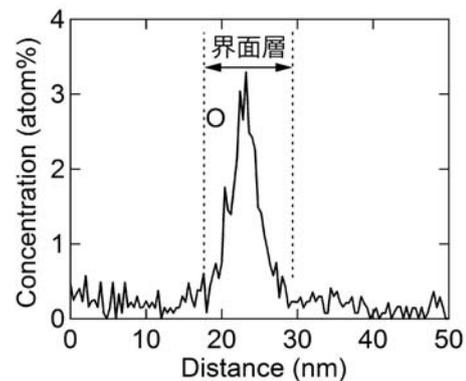


Fig. 2 O atom impurity concentration profiles calculated using 3DAP data along the vertical direction to the interfacial layer.

- [1] C. Hartmann, *et al.*, J. Appl. Phys., **52** (2013) 08JA06.
- [2] Z.G. Herro *et al.*, J. Cryst. Growth, **312** (2010) 2519.
- [3] M. Bickermann, *et al.*, Phys. Status Solidi C, **9** (2012) 449.
- [4] C. Hartmann, *et al.*, Semicond. Sci. Technol., **29** (2014) 084002.