β-Ga₂O₃薄膜のレーザー励起室温固相エピタキシーに与える サファイア基板上バッファ層の効果

Effect of buffer layer on solid phase epitaxy of β-Ga₂O₃ thin films by room temperature laser annealing

東工大物質理工¹, (株)豊島製作所², 神奈川県産総研³

⁰中村稀星 ¹, 森田公之 ¹, 土嶺信男 ², 金子 智 ^{3,1}, 松田晃史 ¹, 吉本 護 ¹

Tokyo Tech. Materials¹, TOSHIMA Manu.², KISTEC³

°K. Nakamura¹, H. Morita¹, N. Tsuchimine², S. Kaneko^{3, 1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

E-mail: nakamura.k.bp@m.titech.ac.jp

【はじめに】 β 型酸化ガリウム(β -Ga₂O₃)はダイヤモンドと同程度である約5 eV という大きなバンドギャップをもつ深紫外まで透明な半導体であり^[1]、そのエピタキシャル薄膜は紫外域のオプトエレクトロニクスをはじめパワーデバイスなどへの広い応用が期待されている^[2]。特に電子デバイス応用では、 β -Ga₂O₃薄膜の結晶性や配向性に加えて、表面平坦性や界面急峻性の改善が特性向上に貢献するため、反応層生成や粗大な結晶粒成長を抑制する低温プロセスが寄与できる。我々はこれまでに、酸化ニッケル(NiO)バッファ層の導入、エキシマレーザーアニーリング(ELA)などの手法により、表面平坦な β -Ga₂O₃の室温エピタキシープロセスを見出してきた^[3,4]。一方、ELAを用いたバッファ層上における β -Ga₂O₃の固相エピタキシー過程を明らかにすることは配向性制御やデバイス構造の形成において重要である。本研究ではバッファ層の組成や結晶構造が β -Ga₂O₃の室温 ELA 結晶化プロセスに及ぼす影響を検討した。

【実験及び結果】まず、NiO(111)および TiN(111)等のエピタキシャルバッファ層、続いて前駆体と なる Ga₂O₃非晶質薄膜を PLD 法により室温(~20°C、基板非加熱)で作製した。KrF エキシマレーザ ー(λ =248 nm、パルス幅 20 ns)を焼結体または単結晶のターゲット表面に集光し、原子ステップ α -Al₂O₃(0001)基板上に、希薄 O₂(1.0×10⁻⁵ Torr)中で堆積した。次に、得られた薄膜に対して、室温 (基板非加熱)において KrF エキシマレーザーを照射することで ELA を行った。Fig.1 に Ga₂O₃/NiO(111)/ α -Al₂O₃(0001)薄膜および Ga₂O₃/TiN(111)/ α -Al₂O₃(0001)薄膜に対して大気中におい てエネルギー密度 250 mJ/cm² で 500 パルスのレーザーを照射した時の XRD および RHEED 像を

示した。XRD 結果より NiO および TiN バッファ上に成長する β-Ga₂O₃ はいず れも(-201)が支配的な配向性を有してお り、結晶化度にも大きな違いは見られな かった。また、RHEED 像の比較では NiO と TiN のどちらをバッファ層として用 いた場合においても、ストリークが鮮明明 に観察され、表面まで結晶化したことが 分かった。岩塩型とは異なる構造や対称 性をもつ結晶をバッファ層とする検討 や雰囲気などの ELA 条件が及ぼす影響 についても合わせて報告する。



Fig.1 XRD $2\theta/\theta$ profiles and RHEED images of β -Ga₂O₃ thin films after ELA on (a)NiO(111) and (b)TiN(111) buffer layers.

【参考文献】

M.Orita, et al., Appl. Phys. Lett. 77 (2000) 416
 D.Shiojiri, et al., J.Cryst.Growth 424 (2015) 38.

[2] M.Higashiwaki, et al., Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 013504.
[4]内田啓貴他、第 63 回応用物理学会春季学術講演会 20a-W321-6 (2016).