

Eu 添加 GaN を利用した GaN 系半導体表面のピット低減効果

Pit-reduction effect of Eu-doped GaN on GaN-related materials

阪大院工 °森川 隆哉, 市川 修平, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ., °Takaya Morikawa, Shuhei Ichikawa, Jun Tatebayashi, and Yasufumi Fujiwara

E-mail: takaya.morikawa@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】我々はこれまでに、GaN 系赤色発光ダイオードの実現に向けて、有機金属気相エピタキシャル(OMVPE)法により希土類元素の Eu を添加した GaN (GaN:Eu)の作製を試みてきた[1]。本研究では、下地層として GaN:Eu 層を数十 nm 程度成長することで、その上部に成長した無添加 GaN 層(ud-GaN)や混晶層における表面ピットを抑制できることを見出したので報告する。

【実験方法・結果】サファイア基板上に OMVPE 法により ud-GaN 層を 2 μm 程度成長した後、ピット低減層として GaN:Eu 層 を成長し、その上部に再度 ud-GaN 層を 2 μm 程度成長した。この際、GaN:Eu 膜厚を 1–40 nm で変化させて成長を行った。GaN:Eu 層を有さない試料表面と、10 nm の GaN:Eu 層を有する試料表面の差異を Fig. 1 の原子間力顕微鏡(AFM)像に示す。図より、GaN:Eu 層を有さない試料表面には、ステップの終端箇所多数のピットが生じていることが分かる。サファイア基板上 GaN 中に発生する貫通転位のうち、これらは、らせん成分を有する転位の張力によって形成されるピットであり、デバイス駆動時にリークパスとなり得ることが指摘されている[2]。一方、GaN:Eu 層を有する試料では、ステップ終端箇所表面ピットが消滅していることが分かる。このことは、Eu 添加層による貫通転位の屈曲効果により、転位の張力が変化した可能性を示唆している。

続いて、サファイア基板上に ud-GaN 層を 2 μm 程度成長した後、GaN:Eu 層を 10 nm 成長し、その上部に $\text{Al}_{0.16}\text{Ga}_{0.84}\text{N}$ /ud-GaN 構造(10 nm/150 nm)を作製した。GaN:Eu 層の有無による $\text{Al}_{0.16}\text{Ga}_{0.84}\text{N}$ 最表面のモフォロジーを Fig. 2 の走査型電子顕微鏡(SEM)像に示す。GaN:Eu 層を有さない試料表面には、大小複数種のピットが多数生じており、その密度は $1.6 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ であった。一方、GaN:Eu 層を有する試料表面では、ピット密度は $2.2 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$ にまで劇的に低減されていることが明らかになった。この結果は、下地層での GaN:Eu 層導入に伴うステップ終端箇所での微小表面ピットの抑制が、その上部に成長した混晶層の巨視的ピットの抑制にも効果があることを示しており、デバイス下地層としての GaN:Eu 層の有用性を示唆する結果である。

[1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara *et al.*, *Appl. Phys. Exp.* **2**, 071004 (2009).

[2] M. Montes Bajo *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **101**, 033508 (2012).

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 No.18H05212、No.19H04544 の支援を受けたものです。

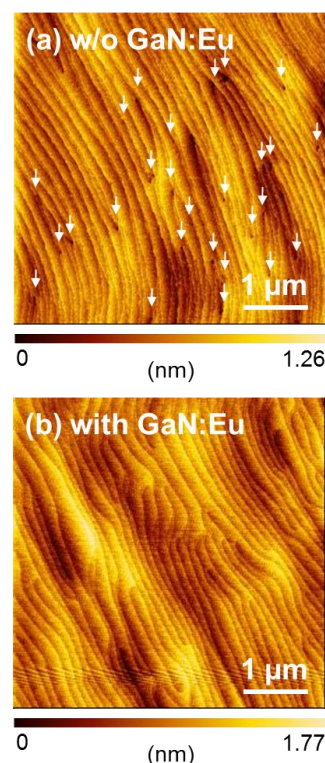


Fig. 1: AFM surface images of ud-GaN (a) without GaN:Eu and (b) with GaN:Eu.

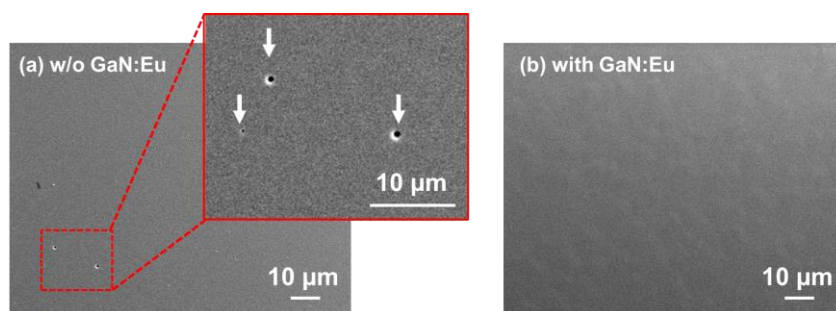


Fig. 2: SEM images of $\text{Al}_{0.16}\text{Ga}_{0.84}\text{N}$ (a) without GaN:Eu and (b) with GaN:Eu.