

有機金属気相成長法を用いた GaN エピタキシャル極性反転技術の開発

Development of GaN polarity inversion technology using metalorganic vapor phase epitaxy

阪大院工 ○村田 知駿, 谷川 智之, 上向井 正裕, 片山 竜二

Osaka Univ., ○Tomotaka Murata, Tomoyuki Tanikawa, Masahiro Uemukai and Ryuji Katayama

E-mail: murata.t@qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

GaN などの窒化物半導体は大きな非線形光学定数を有しており、波長変換デバイス応用に適した材料である。積層方向に極性を反転させた横型擬似位相整合構造を採用することにより高効率な波長変換が実現できる¹。エピタキシャル成長による極性反転は、低温バッファ層の $-c$ 極性 AlN 表面に酸化膜が形成されることにより、再成長時に AlN が $+c$ 極性で成長することが報告されている²。本研究では AlN の極性反転を利用し、AlN 表面酸化膜を介した GaN エピタキシャル極性反転を試みた。

有機金属気相成長法(MOVPE 法)を用いて Fig. 1 に示す構造の作製を試みた。まず、オフ角 0.8° の c 面サファイア基板表面を窒化させ、膜厚 $1.4\ \mu\text{m}$ の $-c$ 極性 GaN 薄膜と膜厚 $10\ \text{nm}$ の AlN 薄膜を成長させた。試料を取り出し、 500°C から 900°C の大気雰囲気中で 60 分アニールしたのち、MOVPE 法により膜厚 $2.4\ \mu\text{m}$ の GaN 薄膜を再成長させた。なお、格子不整合緩和のためそれぞれ GaN 成長前に低温 GaN (LT-GaN) バッファ層を成長させた。

再成長後の微分干渉(DIC)顕微鏡像を Fig. 2 に示す。アニール温度が低く AlN 表面の酸化が不十分であったとき、再成長後の試料表面はヒロックを有し荒れていた(Fig. 2(a))。一方、アニール温度が高く十分に酸化されたとき、再成長後の試料表面はマクロステップを有しているが平坦であった(Fig. 2(b))。次に、KOH 水溶液を用いた異方性エッチングにより極性を判別した。 $-c$ 極性は化学的に不安定でエッチング耐性を有していないため、エッチング前後で表面形状が変化する。エッチング後の表面は酸化が不十分なときに微小な凹凸が多く見られた(Fig. 3(a))。したがって、酸化が不十分な試料は下層の極性を引き継いで $-c$ 極性 GaN が再成長し、十分に酸化された試料は $+c$ 極性に反転することが分かった(Fig. 3(b))。

以上の結果から、AlN 表面を十分に酸化させることで GaN の再成長においても極性反転構造を作製できることが示された。

謝辞: 結晶成長に関して有益な助言を頂いた株式会社東芝研究開発センターの彦坂年輝氏に御礼申し上げます。

また、本研究は科研費 JP17H01063, JP19K22145, JP19H04543 の支援を受けたものです。

[1] 小松他, 応物春季講演会, 13a-A302-6 (2021).

[2] S. Mohn *et al.*, Phys. Rev. Appl. **5**, 054004 (2016).

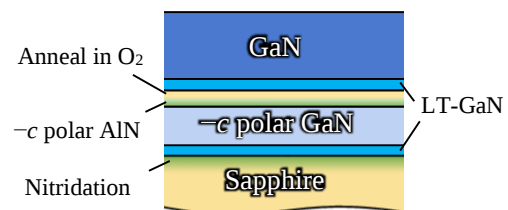


Fig. 1 Schematic sample structure.

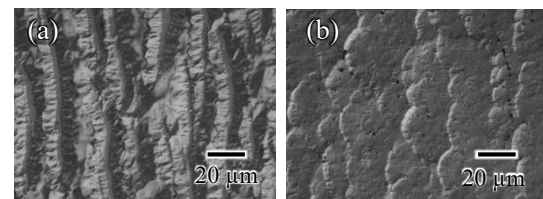


Fig. 2 DIC optical images of GaN regrown after (a) 500°C and (b) 900°C annealing.

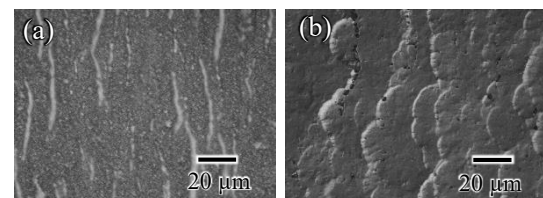


Fig. 3 DIC optical images of KOH etched samples regrown after (a) 500°C and (b) 900°C annealing.